(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117752425 A
(43)申请公布日 2024.03.26

(21)申请号 202311790784.8

(22)申请日 2023.12.21

(71)申请人 深圳爱博合创医疗机器人有限公司
地址 518000 广东省深圳市龙岗区吉华街道甘坑社区甘李六路12号中海信创新产业城12栋801-806

(72)发明人 廖洋 李坚

(74)专利代理机构 深圳市世联合知识产权代理有限公司 44385
专利代理师 罗志铭

(51)Int.Cl.
A61B 34/37(2016.01)
A61B 34/10(2016.01)
A61B 17/00(2006.01)
G16H 40/60(2018.01)
A61B 34/30(2016.01)

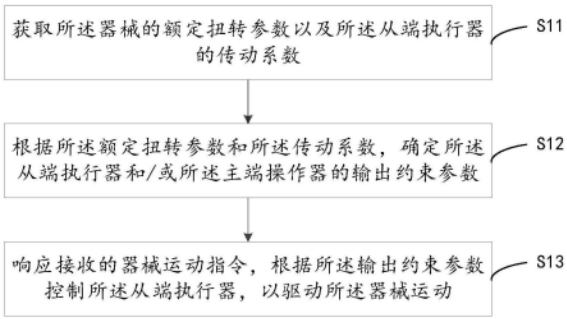
权利要求书2页 说明书13页 附图5页

(54)发明名称

一种器械控制方法、装置、计算机设备及存储介质

(57)摘要

本申请涉及医疗系统领域,尤其涉及一种器械控制方法,应用于器械控制系统,器械控制系统包括从端执行器以及主端操作器;器械控制方法包括获取器械的额定扭转参数以及从端执行器的传动系数;根据额定扭转参数和传动系数,确定从端执行器和/或主端操作器的输出约束参数;响应接收的器械运动指令,根据输出约束参数控制从端执行器,以驱动器械运动。本申请还提供一种器械控制装置、计算机设备及存储介质。本申请有效提升器械的使用稳定性和安全性。



CN 117752425 A

1.一种器械控制方法,其特征在于,应用于器械控制系统,所述器械控制系统包括从端执行器以及主端操作器;所述器械控制方法包括:

获取器械的额定扭转参数以及所述从端执行器的传动系数;

根据所述额定扭转参数和所述传动系数,确定所述从端执行器和/或所述主端操作器的输出约束参数;

响应接收的器械运动指令,根据所述输出约束参数控制所述从端执行器,以驱动所述器械运动。

2.根据权利要求1所述的器械控制方法,其特征在于,所述额定扭转参数包括额定扭矩,所述输出约束参数包括约束扭矩;所述根据所述额定扭转参数和所述传动系数,确定所述从端执行器和/或所述主端操作器的输出约束参数包括:

获取所述从端执行器的扭矩安全系数;

根据所述额定扭矩、所述传动系数和所述扭矩安全系数,计算所述从端执行器的从端约束扭矩,将所述从端约束扭矩确定为所述约束扭矩。

3.根据权利要求2所述的器械控制方法,其特征在于,所述以驱动所述器械运动的步骤时,还包括:

获取所述器械的累计承受扭矩以及疲劳安全扭矩,所述疲劳安全扭矩小于所述额定扭矩;

将所述累计承受扭矩分别与所述额定扭矩和所述疲劳安全扭矩进行比对,确定所述主端操作器的反馈扭矩。

4.根据权利要求3所述的器械控制方法,其特征在于,所述获取所述器械的累计承受扭矩以及疲劳安全扭矩的步骤之前,还包括:

获取所述器械的疲劳安全系数;

根据所述疲劳安全系数和所述额定扭矩,确定所述疲劳安全扭矩;

和/或,所述确定所述主端操作器的反馈扭矩的步骤包括:

若所述累计承受扭矩小于所述疲劳安全扭矩,则所述主端操作器的反馈扭矩为零;

若所述累计承受扭矩大于或等于所述疲劳安全扭矩,且小于所述额定扭矩,则获取第一反馈系数,根据所述第一反馈系数和所述累计承受扭矩,确定所述主端操作器的反馈扭矩;

若所述累计承受扭矩等于所述额定扭矩,则获取第二反馈系数,根据所述第二反馈系数和所述累计承受扭矩,确定所述主端操作器的反馈扭矩;其中,所述第二反馈系数大于所述第一反馈系数。

5.根据权利要求1所述的器械控制方法,其特征在于,所述额定扭转参数包括额定扭转角度,所述输出约束参数包括约束扭转角度;

其中,所述根据所述额定扭转参数和所述传动系数,确定所述从端执行器和/或所述主端操作器的输出约束参数包括:

根据所述额定扭转角度和所述传动系数,计算所述从端执行器的从端扭转角度,将所述从端扭转角度确定为所述约束扭转角度;

或,所述根据所述额定扭转参数和所述传动系数,确定所述从端执行器和/或所述主端操作器的输出扭转参数包括:

根据所述额定扭转角度和所述传动系数,计算所述从端执行器的从端扭转角度;

获取所述从端执行器与所述主端操作器的映射系数,根据所述从端扭转角度和所述映射系数,计算所述主端操作器的主端扭转角度;

将所述主端扭转角度确定为所述约束扭转角度。

6.根据权利要求5所述的器械控制方法,其特征在于,所述以驱动所述器械运动的步骤时,还包括:

根据所述从端执行器或所述主端操作器持续输出的实时扭转角度,确定累计扭转角度;

比对所述累计扭转角度与所述约束扭转角度,确定剩余扭转角度;

按照预设展示方式,展示所述剩余扭转角度。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的器械控制方法,其特征在于,所述以驱动所述器械运动的步骤时,还包括:

获取所述从端执行器和/或主端操作器的输出实时参数;

比对所述输出实时参数和所述输出约束参数,若所述输出实时参数大于或等于所述输出约束参数,则停止驱动所述器械运动。

8.一种器械控制装置,其特征在于,应用于器械控制系统,所述器械控制系统包括从端执行器以及主端操作器;所述器械控制装置包括:

获取模块,用于获取器械的额定扭转参数以及所述从端执行器的传动系数;

确定模块,用于根据所述额定扭转参数和所述传动系数,确定所述从端执行器和/或所述主端操作器的输出约束参数;

控制模块,用于响应接收的器械运动指令,根据所述输出约束参数控制所述从端执行器,以驱动所述器械运动。

9.一种计算机设备,其特征在于,包括存储器和处理器,所述存储器中存储有计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1至7中任一项所述的器械控制方法的步骤。

10.一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至7中任一项所述的器械控制方法的步骤。

一种器械控制方法、装置、计算机设备及存储介质

技术领域

[0001] 本申请医疗系统技术领域,尤其涉及一种器械控制方法、装置、计算机设备及存储介质。

背景技术

[0002] 目前,介入手术机器人通过控制从端执行器驱动器械进行运动。现有从端执行器用于驱动器械旋转的扭矩是固定的,由于器械不同型号、尺寸或功能的器械所对应的材料极限和力学性能不同,例如1.6F的微导管和9F的造影导管,导管旋转扭转过小无法实现9F造影导管的正常旋转,而旋转扭矩过大会导致1.6F微导管的扭转损伤,从端执行器输出固定的扭矩无法驱动不同型号的器械稳定的扭转,影响器械的使用稳定性。

发明内容

[0003] 基于此,本申请提供一种器械控制方法、装置、计算机设备及存储介质。

[0004] 为了解决上述技术问题,本申请提供一种器械控制方法,采用了如下所述的技术方案:

[0005] 一种器械控制方法,应用于器械控制系统,所述器械控制系统包括从端执行器以及主端操作器;所述器械控制方法包括:

[0006] 获取器械的额定扭转参数以及所述从端执行器的传动系数;

[0007] 根据所述额定扭转参数和所述传动系数,确定所述从端执行器和/或所述主端操作器的输出约束参数;

[0008] 响应接收的器械运动指令,根据所述输出约束参数控制所述从端执行器,以驱动所述器械运动。

[0009] 进一步地,所述额定扭转参数包括额定扭矩,所述输出约束参数包括约束扭矩;所述根据所述额定扭转参数和所述传动系数,确定所述从端执行器和/或所述主端操作器的输出约束参数包括:

[0010] 获取所述从端执行器的扭矩安全系数;

[0011] 根据所述额定扭矩、所述传动系数和所述扭矩安全系数,计算所述从端执行器的从端约束扭矩,将所述从端约束扭矩确定为所述约束扭矩。

[0012] 进一步地,所述以驱动所述器械运动的步骤时,还包括:

[0013] 获取所述器械的累计承受扭矩以及疲劳安全扭矩,所述疲劳安全扭矩小于所述额定扭矩;

[0014] 将所述累计承受扭矩分别与所述额定扭矩和所述疲劳安全扭矩进行比对,确定所述主端操作器的反馈扭矩。

[0015] 进一步地,所述获取所述器械的累计承受扭矩以及疲劳安全扭矩的步骤之前,还包括:

[0016] 获取所述器械的疲劳安全系数;

[0017] 根据所述疲劳安全系数和所述额定扭矩,确定所述疲劳安全扭矩;

[0018] 和/或,所述确定所述主端操作器的反馈扭矩的步骤包括:

[0019] 若所述累计承受扭矩小于所述疲劳安全扭矩,则所述主端操作器的反馈扭矩为零;

[0020] 若所述累计承受扭矩大于或等于所述疲劳安全扭矩,且小于所述额定扭矩,则获取第一反馈系数,根据所述第一反馈系数和所述累计承受扭矩,确定所述主端操作器的反馈扭矩;

[0021] 若所述累计承受扭矩等于所述额定扭矩,则获取第二反馈系数,根据所述第二反馈系数和所述累计承受扭矩,确定所述主端操作器的反馈扭矩;其中,所述第二反馈系数大于所述第一反馈系数。

[0022] 进一步地,所述额定扭转参数包括额定扭转角度,所述输出约束参数包括约束扭转角度;

[0023] 其中,所述根据所述额定扭转参数和所述传动系数,确定所述从端执行器和/或主端操作器的输出约束参数包括:

[0024] 根据所述额定扭转角度和所述传动系数,计算所述从端执行器的从端扭转角度,将所述从端扭转角度确定为所述约束扭转角度;

[0025] 或,所述根据所述额定扭转参数和所述传动系数,确定所述从端执行器和/或所述主端操作器的输出扭转参数包括:

[0026] 根据所述额定扭转角度和所述传动系数,计算所述从端执行器的从端扭转角度;

[0027] 获取所述从端执行器与所述主端操作器的映射系数,根据所述从端扭转角度和所述映射系数,计算所述主端操作器的主端扭转角度;

[0028] 将所述主端扭转角度确定为所述约束扭转角度。

[0029] 进一步地,所述以驱动所述器械运动的步骤时,还包括:

[0030] 根据所述从端执行器或所述主端操作器持续输出的实时扭转角度,确定累计扭转角度;

[0031] 比对所述累计扭转角度与所述约束扭转角度,确定剩余扭转角度;

[0032] 按照预设展示方式,展示所述剩余扭转角度。

[0033] 进一步地,所述以驱动所述器械运动的步骤时,还包括:

[0034] 获取所述从端执行器和/或所述主端操作器的输出实时参数;

[0035] 比对所述输出实时参数和所述输出约束参数,若所述输出实时参数大于或等于所述输出约束参数,则停止驱动所述器械运动。

[0036] 为了解决上述技术问题,本申请实施例还提供一种器械控制装置,采用了如下所述的技术方案:

[0037] 一种器械控制装置,应用于器械控制系统,所述器械控制系统包括从端执行器以及主端操作器;所述器械控制装置包括:

[0038] 获取模块,用于获取器械的额定扭转参数以及所述从端执行器的传动系数;

[0039] 确定模块,用于根据所述额定扭转参数和所述传动系数,确定所述从端执行器和/或所述主端操作器的输出约束参数;

[0040] 控制模块,用于响应接收的器械运动指令,根据所述输出约束参数控制所述从端

执行器,以驱动所述器械运动。

[0041] 为了解决上述技术问题,本申请实施例还提供一种计算机设备,采用了如下所述的技术方案:

[0042] 一种计算机设备,包括存储器和处理器,所述存储器中存储有计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现如上所述的器械控制方法的步骤。

[0043] 为了解决上述技术问题,本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质,采用了如下所述的技术方案:

[0044] 一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如上所述的器械控制方法的步骤。

[0045] 与现有技术相比,本申请实施例主要有以下有益效果:针对不同类型、尺寸、或功能的器械,确定其额定扭转参数并以此为依据对从端执行器的输出进行约束,从而实现器械的稳定扭转,降低器械的损坏率,提升器械的使用稳定性和安全性。

附图说明

[0046] 为了更清楚地说明本申请中的方案,下面将对本申请实施例描述中所需要使用的附图作一个简单介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本申请的一个实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0047] 图1是根据本申请器械控制方法的一个实施例的流程图;

[0048] 图2是图1中步骤S12一个实施例的流程图;

[0049] 图3是图1中步骤S12另一个实施例的流程图;

[0050] 图4是图1中步骤S12又一个实施例的流程图;

[0051] 图5是图1中步骤S13一个实施例的流程图;

[0052] 图6是图1中步骤S13另一个实施例的流程图;

[0053] 图7是图1中步骤S13又一个实施例的流程图;

[0054] 图8是根据本申请的器械控制装置的一个实施例的结构示意图;

[0055] 图9是图8中第五确定子模块的一个实施例的结构示意图;

[0056] 图10是根据本申请的计算机设备的一个实施例的结构示意图。

具体实施方式

[0057] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同;本文中在申请的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的,不是旨在于限制本申请;本申请的说明书和权利要求书及上述附图说明中的术语“包括”和“具有”以及它们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含。本申请的说明书和权利要求书或上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别不同对象,而不是用于描述特定顺序。

[0058] 在本文中提及“实施例”意味着,结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例,也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域技术人员显式地和隐式地理解的是,本文所描述的实施例可以与其它实施例相结合。

[0059] 为了使本技术领域的人员更好地理解本申请方案,下面将结合附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。

[0060] 请参阅图1,图1是根据本申请的器械控制方法的一个实施例的流程图,所述器械控制方法应用于介入机器的器械控制系统,该器械控制系统包括从端执行器以及主端操作器。其中:

[0061] ①从端执行器为执行端,用于在接收到控制指令后驱动器械进行运动。在一个实施例中,从端执行器包括电机以及执行机构,该电机的输出端与执行机构传动连接,执行机构用于夹持器械,且在电机的驱动下用于驱动器械进行位移、旋转等运动。

[0062] 进一步地,在一个实施例中,执行机构包括旋转机构,该旋转机构与Y阀上的转动件传动连接,器械的尾端安装在Y阀上;电机的输出端与旋转机构连接,用于旋转机构驱动Y阀转动,从而带动安装在Y阀上的器械进行旋转。

[0063] 在另一个实施例中,执行机构包括夹持机构,该夹持机构包括支架、以及均装设于支架上的第一夹持部和第二夹持部,该第一夹持部和第二夹持部相对设置,且通过第一夹持部和第二夹持部的配合实现对器械的夹持;电机的输出端与支架传动连接,在电机的驱动下,支架整体转动,从而带动被第一夹持部和第二夹持部夹持的器械进行旋转。

[0064] 在又一个实施例中,执行机构包括搓动机构,该搓动机构包括相对设置的第一搓动部和第二搓动部,通过第一搓动部和第二搓动部的配合实现对器械的夹持;并且,第一搓动部或第二搓动部中与电机传动连接,以在电机的驱动下,第一搓动部与第二搓动部相对上下运动,从而实现带动被第一搓动部和第二搓动部夹持的器械进行转动。

[0065] ②主端操作器为操作端,用于供操作人员可手动操作从端执行器,即操作人员可通过操作主端操作器生成控制指令,从而实现控制从端执行器驱动器械运动。

[0066] 进一步地,器械包括但不限于造影导管、指引导管和微导管等。

[0067] 继续参考图1,所述的器械控制方法,包括以下步骤:

[0068] 步骤S11,获取器械的额定扭转参数以及所述从端执行器的传动系数。

[0069] 在本步骤中,器械控制方法运行于器械控制系统上,可以通过有线连接方式或者无线连接方式获取器械的额定扭转参数以及所述从端执行器的传动系数。其中,上述无线连接方式包括但不限于3G/4G/5G连接、WiFi连接、蓝牙连接、WiMAX连接、Zigbee连接、UWB(ultra wideband)连接、以及其它现在已知或将来开发的无线连接方式。

[0070] 在一个实施例中,额定扭转参数为器械的最大扭转参数,该最大扭转参数表征为器械可最大承受的扭转参数,其中不同类型和/或尺寸的器械对应的最大扭转参数不同。在另一个实施例中,额定扭转参数为器械预先配置的预设扭转参数,以适配不同的使用需求,其中预设扭转参数小于或等于最大扭转参数。

[0071] 在一个实施例中,传动系数为从端执行器中驱动轴与被驱动轴的角速度比值。示例的,从端执行器包括电机和减速器,其中,电机的输出轴与减速器传动连接,减速器的输出轴与器械传动连接,相应地,电机的输出轴为驱动轴,减速器的输出轴为被驱动轴,即传动系数为电机的输出轴与减速器的输出轴的角速度比值。

[0072] 步骤S12,根据所述额定扭转参数和所述传动系数,确定所述从端执行器和/或所述主端操作器的输出约束参数。

[0073] 在本步骤中,可通过额定扭转参数和传动系数单独确定主端操作器或从端执行器

的输出约束参数,或同时确定主端操作器对应的输出约束参数和从端执行器对应的输出约束参数。可理解地,输出约束参数用于约束主端操作器/从端执行器在使用时的扭转参数,以避免由于主端操作器/从端执行器持续输出的扭转参数过量,导致器械扭曲损坏、甚至断裂的现象,降低器械的损坏率,从而提升器械的使用稳定性以及使用安全性。

[0074] 为了便于理解,下面对步骤S12的技术方案进行清楚、完整地描述。

[0075] ①所述额定扭转参数包括额定扭矩,所述输出约束参数包括约束扭矩。参阅图2,上述步骤S12,所述根据所述额定扭转参数和所述传动系数,确定所述从端执行器和/或所述主端操作器的输出约束参数包括:

[0076] 步骤S1211,获取所述从端执行器的扭矩安全系数。

[0077] 在本步骤中,扭矩安全系数用于保证从端执行器的安全运行,以避免从端执行器运行过载、过热等现象。

[0078] 示例的,从端执行器包括电机;相应地,在步骤S1211中,获取电机的扭矩安全系数。

[0079] 进一步地,扭矩安全系数的取值范围为[0.85,0.95],以保证从端执行器运行的安全性和可靠性。

[0080] 可选的,扭矩安全系数的取值为0.85、0.86、0.87、0.88、0.89、0.9、0.91、0.92、0.93、0.94、0.95中任一者或任二者所形成的范围。

[0081] 作为优选的,扭矩安全系数的取值为0.9。

[0082] 步骤S1212,根据所述额定扭矩、所述传动系数和所述扭矩安全系数,计算所述从端执行器的从端约束扭矩,将所述从端约束扭矩确定为所述约束扭矩。

[0083] 本步骤中确定的约束扭矩,不仅可保证从端执行器安全、稳定的运行,还可避免器械的过度扭转,降低器械的损坏率,如此既提升器械的使用稳定性及安全性,也不影响从端执行器对器械的驱动可控性。

[0084] 示例的,从端执行器包括电机;在步骤S1211中,获取电机的扭矩安全系数,相应地,在步骤S1212中,通过额定扭矩、传动系数和扭矩安全系数计算得到电机的从端约束扭矩。

[0085] 可理解地,电机的扭矩与用于控制电机转动的控制电流相关;在实际应用中,可通过调整控制电机的控制电流的大小,从而实现调整电机的从端约束扭矩。

[0086] 进一步地,根据第一公式计算从端约束扭矩。所述第一公式为:

[0087] $$T_c = \frac{K_1 T_m}{i};$$

[0088] 其中,T_c为从端约束扭矩,K_1为扭矩安全系数,T_m为额定扭矩,i为传动系数。

[0089] 可理解地,在第一公式中,引入扭矩安全系数K_1,以使通过额定扭矩T_m计算得到的从端约束扭矩T_c可满足从端执行器安全、稳定的驱动器械,并通过传动系数i将K_1T_m转化为从端执行器中输出端的扭矩,从而得到从端约束扭矩T_c。

[0090] ②所述额定扭转参数包括额定扭转角度,所述输出约束参数包括约束扭转角度。参阅图3,上述步骤S12,所述根据所述额定扭转参数和所述传动系数,确定所述从端执行器和/或主端操作器的输出约束参数包括:

[0091] 步骤S1221,根据所述额定扭转角度和所述传动系数,计算所述从端执行器的从端

扭转角度,将所述从端扭转角度确定为所述约束扭转角度。

[0092] 在本步骤中,通过传动系数将器械的额定扭转角度转化为从端执行器中输出端的扭转角度,作为约束扭转角度;如此,在约束扭转角度的约束下,从端执行器不会造成器械过度扭转,降低了器械的损坏率,提升了器械的使用稳定性及安全性。

[0093] 示例的,从端执行器包括电机;在步骤S1221中,从端扭转角度为电机的扭转角度。

[0094] 进一步地,根据第二公式计算从端扭转角度。所述第二公式为:

[0095] $$\theta_c = \frac{\theta_m}{i};$$

[0096] 其中,θ_c为从端扭转角度,θ_m为额定扭转角度,i为传动系数。

[0097] ③所述额定扭转参数包括额定扭转角度,所述输出约束参数包括约束扭转角度。参阅图4,上述步骤S12,所述根据所述额定扭转参数和所述传动系数,确定所述从端执行器和/或所述主端操作器的输出扭转参数包括:

[0098] 步骤S1231,根据所述额定扭转角度和所述传动系数,计算所述从端执行器的从端扭转角度。

[0099] 在本步骤中,通过传动系数将额定扭转角度转化为从端执行器中输出端的从端扭转角度。

[0100] 示例的,从端执行器包括电机;在步骤S1231中,从端扭转角度为电机的扭转角度。

[0101] 进一步地,根据如上所述第二公式计算从端执行器的从端扭转角度,在此不作进一步赘述。

[0102] 步骤S1232,获取所述从端执行器与所述主端操作器的映射系数,根据所述从端扭转角度和所述映射系数,计算所述主端操作器的主端扭转角度。

[0103] 在本步骤中,映射系数表征为从端执行器与主端操作器之间的关联关系;可理解地,在主端操作器生成操作数据后,操作数据基于映射系数将操作数据转换为从端执行器的执行数据。

[0104] 进一步地,所述从端执行器与所述主端操作器的映射系数为1:(1~3)。在此范围内,以确保操作人员对从端执行器操作的直观性。

[0105] 可选地,所述从端执行器与所述主端操作器的映射系数选自1:1、1:2、1:3中任一者或任二者所形成的范围。

[0106] 作为优选的是,所述从端执行器与所述主端操作器的映射系数为1:1。此时,操作人员在主端操作器上的操作数据与控制从端执行器的执行数据相同,以使操作人员对从端执行器的操作更为直观,以便于操作人员精确控制从端执行器运动。

[0107] 示例的,操作人员操作主端操作器旋转30°,即操作数据为旋转30°,相应地根据映射系数转换后,从端执行器接收到的执行数据为旋转器械30°。

[0108] 进一步地,根据第三公式计算主端扭转角度。所述第三公式为:

[0109] $\theta_z = K_2\theta_c$;

[0110] 其中,θ_z为主端扭转角度,K_2为映射系数,θ_c为从端扭转角度。

[0111] 步骤S1233,将所述主端扭转角度确定为所述约束扭转角度。

[0112] 在本步骤中,将主端扭转角度作为约束扭转角度进行输出,以约束主端操作器的扭转角度。可理解地,由于主端操作器与从端执行器具有映射关系,使得在通过约束扭转角

度对主端操作器进行约束的同时,也对从端执行器进行约束,从而进一步避免从端执行器的约束扭转角度造成器械扭转过度的现象,降低器械的损坏率,提升器械的使用稳定性及安全性。

[0113] 步骤S13,响应接收的器械运动指令,根据所述输出约束参数控制所述从端执行器,以驱动所述器械运动。

[0114] 在本步骤中,由于输出约束参数基于器械的额定扭转参数和从端执行器的传动系数确定得到,使得输出约束参数与器械的额定扭转参数相适配,以在从端执行器驱动器械运动时,通过输出约束参数对从端执行器的输出进行约束,从而实现器械的稳定扭转,降低器械的损坏率,提升器械的使用稳定性以及安全性;如此,使得从端执行器可适用于不同类型、尺寸、或功能的器械驱动,通用性强。

[0115] 可理解地,器械运动指令用于指示从端执行器驱动器械进行运动;当器械运动执行包含有用于驱动器械的扭转指令时,从端执行器基于该旋转指令驱动器械进行扭转,此时由于输出约束参数的约束,使得从端执行器的输出扭转参数不会造成器械的过度扭转,从而防止器械因过度扭转,导致器械扭曲损坏、甚至断裂的现象,降低器械的损坏率,提升器械的使用稳定性和安全性。

[0116] 在一个实施例中,在通过主端操作器的输出约束参数控制从端执行器时,由于主端操作器与从端执行器之间的输出扭转参数具有映射关系,使得在通过输出约束参数约束主端操作器的输出扭转参数后,利用主端操作器与从端执行器二者之间的映射关系,实现约束从端执行器的输出扭转参数,达到防止器械过度扭转的目的,降低器械的损坏率,提升器械的使用稳定性和安全性。在另一个实施例中,在通过从端执行器的输出约束参数控制从端执行器时,此时利用输出约束参数约束从端执行器的输出扭转参数,同样可实现防止器械过度扭转的目的,降低器械的损坏率,提升器械的使用稳定性和安全性。

[0117] 在一个实施例中,器械运动指令包括器械扭转指令以及器械位移指令;其中,器械扭转指令用于指示从端执行器驱动器械进行扭转,器械位移指令用于指示从端执行器驱动器械进行前进或后退。

[0118] 在一个实施例中,器械运动指令为基于操作人员操作主端操作器进行“前进/后退”、或扭转运动后生成。在另一个实施例中,器械运动指令为到达预设时间后或器械运动到预设节点,介入机器人基于预存的扭转数据和/或位移数据生成器械运动指令。

[0119] 在一个实施例中,所述额定扭转参数包括额定扭矩。参阅图5,上述步骤S13,所述以驱动所述器械运动的步骤时,还包括:

[0120] 步骤S1311,获取所述器械的累计承受扭矩以及疲劳安全扭矩,所述疲劳安全扭矩小于所述额定扭矩。

[0121] 在本步骤中,累计承受扭矩为器械被驱动扭转运动时所受到的扭矩。

[0122] 在一个实施例中,从端执行器包括电机、夹持机构和旋转机构,器械安装在夹持机构上并穿过扭转传感器;当电机驱动旋转机构旋转并带动夹持机构上的器械扭转时,通过扭矩传感器持续采集器械的扭矩,累计得到器械的累计承受扭矩。

[0123] 在另一个实施例中,从端执行器包括电机以及搓动机构,通过多轴力传感器采集搓动机构中第一搓动部的受力,得到测量值F,通过测量值F与器械的半径r相乘,得到器械的累计承受扭矩。

[0124] 在本步骤中,疲劳安全扭矩是指器械在长时间使用中不会发生疲劳损坏或失效的前提下,能够承受的最大扭矩。

[0125] 在一个实施例中,继续参阅图5,上述步骤S1311,所述获取所述器械的累计承受扭矩以及疲劳安全扭矩的步骤之前,还包括:

[0126] 步骤S131a,获取所述器械的疲劳安全系数。

[0127] 在本步骤中,疲劳安全系数是指器械在使用中单方向累计承受扭矩和其额定承受扭矩之比。

[0128] 在一个实施例中,疲劳安全系数的取值范围为[0.7,0.9];在此范围内,器械在使用过程中,不会因为扭矩积蓄过大而引起疲劳破坏,可有效提升器械的使用稳定性和使用寿命。

[0129] 可选的,疲劳安全系数的取值范围选自0.7、0.8、0.9中任一者或任二者所形成的范围。

[0130] 作为优选的是,疲劳安全系数的取值为0.7,以确保器械的使用安全性,且保证器械所受到的扭矩可驱动其进行扭转运动。

[0131] 步骤S131b,根据所述疲劳安全系数和所述额定扭矩,确定所述疲劳安全扭矩。

[0132] 在本步骤中,利用疲劳安全系数对额定扭矩进行转换,使得确定的疲劳安全扭矩为器械最大可承载的安全扭矩,从而确保器械的可靠性和安全性,进而提升器械在使用时的稳定性和持久性。

[0133] 进一步地,通过如下第四公式计算疲劳安全扭矩。所述第四公式为:

[0134] $T_s=K_3T_m$;

[0135] 其中,T_s为疲劳安全扭矩,K_3为疲劳安全系数,T_m为额定扭矩。

[0136] 步骤S1312,将所述累计承受扭矩分别与所述额定扭矩和所述疲劳安全扭矩进行比对,确定所述主端操作器的反馈扭矩。

[0137] 在本步骤中,操作人员可通过主端操作器的反馈扭矩感知器械的运动状态。可理解地,在操作人员通过操作主端操作器,控制从端执行器驱动器械运动时,可通过反馈扭矩反馈操作人员操作主端操作器的操作结果,使得操作人员直观的获得器械的运动状态,从而保证操作人员在使用时的安全性和流畅性,且可进一步的避免器械出现扭转过度的情形。

[0138] 在一个实施例中,上述步骤的S1312,所述确定所述主端操作器的反馈扭矩的步骤中,累计承受扭矩、额定扭矩和疲劳安全扭矩存在如下情形:

[0139] $$\begin{cases} T_l < T_s,\ T_f = 0 \\ T_s \le T_l < T_m,\ T_f = k_4 T_l \\ T_l = T_m,\ T_f = k_5 T_l,\ k_5 > k_4 \end{cases}$$

[0140] 其中,T_l为累计承受扭矩,T_s为疲劳安全扭矩,T_m为额定扭矩,k_4为第一反馈参数,k_5为第二反馈参数。

[0141] 可理解地,①若累计承受扭矩T_l小于疲劳安全扭矩T_s,此时操作人员可对主端操作器继续进行操作,且主端操作器的反馈扭矩T_f为零,即不对主端操作器的操作进行反馈,以避免过多的反馈信息影响操作人员操作的流畅性。

[0142] ②若所述累计承受扭矩T_l大于或等于疲劳安全扭矩T_s,且小于额定扭矩T_m,此时器械存在损坏的风险,通过获取第一反馈参数k_4,并根据第一反馈系数k_4与累计承受扭矩T_l的乘积,计算主端操作器的反馈扭矩T_f,以该反馈扭矩T_f反馈操作人员操作主端操作器的操作结果,使得操作人员可获得器械的运动状态,并基于该反馈扭矩规划后续的主端操作器操作,从而确保器械的使用稳定性和安全性,以及操作人员操作的流畅性。

[0143] 可选的,第一反馈参数k_4的取值范围为[0.9,1.5)。在第一反馈参数k_4的取值范围为[0.9,1]时,以确保计算得到的反馈扭矩T_f的真实性,从而使得操作人员可获得器械的真实运动状态,以便操作人员及时作出调整;在第一反馈参数j_4的取值范围为(1,1.5)时,使得相较于累计承受扭矩T_l,计算得到的反馈扭矩T_f偏大,从而使得在器械发生损坏风险之前,操作人员可预先作出调整,进一步的确保器械的使用稳定性和安全性,以及操作人员操作的流畅性。

[0144] 作为优选的是,第一反馈参数k_4的取值为1,即以累计承受扭矩T_l反馈操作人员操作主端操作器的操作结果,从而进一步的确定反馈的真实性。

[0145] ③若所述累计承受扭矩T_l等于额定扭矩T_m,此时器械达到扭转极限,容易发生断裂,通过获取第二反馈参数k_5,并根据第二反馈参数k_5与累计承受扭矩T_l的乘积,计算主端操作器的反馈扭矩T_f,以该反馈扭矩T_f反馈操作人员操作主端操作器的操作结果,其中,第二反馈参数k_5大于第一反馈参数k_4,以使操作人员可获得明显的反馈扭矩T_f。

[0146] 可选的,第二反馈参数k_5的取值为1.5,以使操作人员可获得明显反馈扭矩T_f。

[0147] 在一个实施例中,参阅图6,上述步骤S13,所述以驱动所述器械运动的步骤时,还包括:

[0148] 步骤S1321,根据所述从端执行器或所述主端操作器持续输出的实时扭转角度,确定累计扭转角度。

[0149] 在本步骤中,通过将从端执行器/主端操作器持续输出的实时扭转角度进行累加,得到累计扭转角度。

[0150] 可理解地,当“根据从端执行器持续输出的实时扭转角度,确定累计扭转角度”时,可通过扭转传感器采集从端执行器输出的扭转角度作为实时扭转角度;当“根据主端操作器持续输出的实时扭转角度,确定累计扭转角度”时,可通过操作人员操作主端操作器时产生的扭转角度,作为实时扭转角度。步骤S1322,比对所述累计扭转角度与所述约束扭转角度,确定剩余扭转角度。

[0151] 在本步骤中,通过将约束扭转角度减去累计扭转角度,计算得到剩余扭转角度。

[0152] 步骤S1323,按照预设展示方式,展示所述剩余扭转角度。

[0153] 在本步骤中,预设展示方式包括但不限于屏幕显示、语音播报、短信提醒等。

[0154] 作为优选的是,通过屏幕显示剩余扭转角度,如此可使操作人员可直观获知主端操作器/从端执行器的扭转角度变化,从而保证系统的运行稳定性。

[0155] 在一个实施例中,参阅图7,上述步骤S13,所述以驱动所述器械运动的步骤时,还包括:

[0156] 步骤S1331,获取所述从端执行器和/或所述主端操作器的输出实时参数。

[0157] 在本步骤中,输出实时参数包括但不限于实时输出的扭转参数,该扭转参数包括实时扭转角和/或实时扭矩。可理解地,当通过主端操作器控制从端执行器驱动器械运动

时,输出实时参数为主端操作器输出的扭转参数;当直接通过从端执行器驱动器械运动时,输出实时参数为从端执行器输出的扭转参数,此时可通过扭转传感器采集从端执行器输出的扭转角度作为扭转参数。

[0158] 步骤S1332,比对所述输出实时参数和所述输出约束参数,若所述输出实时参数大于或等于所述输出约束参数,则停止驱动所述器械运动。

[0159] 在本步骤中,通过比对输出实时参数和输出约束参数,确定器械运动是否出于安全状态。可理解地,当输出实时参数小于输出约束参数,则器械运动时被损坏的风险低,此时可继续通过主端操作器和/或从端执行器控制器械进行运动;当输出实时参数大于或等于输出约束参数,则器械运动时被损坏的风险高,此时停止从端执行器驱动器械运动,以避免器械过度扭转,导致损坏、断裂的现象。

[0160] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程,是可以通过计算机可读指令来指令相关的硬件来完成,该计算机可读指令可存储于一计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,前述的存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体(Read-Only Memory,ROM)等非易失性存储介质,或随机存储记忆体(Random Access Memory,RAM)等。

[0161] 应该理解的是,虽然附图的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示,但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明,这些步骤的执行并没有严格的顺序限制,其可以以其他的顺序执行。而且,附图的流程图中的至少一部分步骤可以包括多个子步骤或者多个阶段,这些子步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成,而是可以在不同的时刻执行,其执行顺序也不必然是依次进行,而是可以与其他步骤或者其他步骤的子步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

[0162] 进一步参考图8,作为对上述图1所示方法的实现,本申请提供了一种器械控制装置的一个实施例,该装置实施例与图1所示的方法实施例相对应,该装置具体可以应用于各种电子设备中。

[0163] 如图8所示,本实施例所述的器械控制装置20,应用于器械控制系统,所述器械控制系统包括从端执行器以及主端操作器;所述器械控制装置20包括获取模块21、确定模块22、控制模块23。其中:

[0164] 获取模块21,用于获取器械的额定扭转参数以及所述从端执行器的传动系数。

[0165] 确定模块22,用于根据所述额定扭转参数和所述传动系数,确定所述从端执行器和/或所述主端操作器的输出约束参数;

[0166] 控制模块23,用于响应接收的器械运动指令,根据所述输出约束参数控制所述从端执行器,以驱动所述器械运动。

[0167] 在本实施例中,由于输出约束参数基于器械的额定扭转参数和从端执行器的传动系数确定得到,使得输出约束参数与器械的额定扭转参数相适配,以在从端执行器驱动器械运动时,通过输出约束参数对从端执行器的输出进行约束,从而实现器械的稳定扭转,降低器械的损坏率,提升器械的使用稳定性以及安全性;如此,使得从端执行器可适用于不同类型、尺寸、或功能的器械驱动,通用性强。

[0168] 为了便于理解,下面对确定模块22的技术方案进行清楚、完整地描述。

[0169] 在一个实施例中,所述额定扭转参数包括额定扭矩,所述输出约束参数包括约束

扭矩。继续参阅图8,所述确定模块22包括第一获取子模块2211、第一确定子模块2212。其中:

[0170] 第一获取子模块2211,用于获取所述从端执行器的扭矩安全系数。

[0171] 第一确定子模块2212,用于根据所述额定扭矩、所述传动系数和所述扭矩安全系数,计算所述从端执行器的从端约束扭矩,将所述从端约束扭矩确定为所述约束扭矩。

[0172] 在另一个实施例中,所述额定扭转参数包括额定扭转角度,所述输出约束参数包括约束扭转角度。继续参阅图8,所述确定模块22还包括第二确定子模块2221。其中:

[0173] 第二确定子模块2221,用于根据所述额定扭转角度和所述传动系数,计算所述从端执行器的从端扭转角度,将所述从端扭转角度确定为所述约束扭转角度。

[0174] 在另一个实施例中,所述额定扭转参数包括额定扭转角度,所述输出约束参数包括约束扭转角度。继续参阅图8,所述确定模块22还包括第一计算子模块2231、第二计算子模块2232、第三确定子模块2233。其中:

[0175] 第一计算子模块2231,用于根据所述额定扭转角度和所述传动系数,计算所述从端执行器的从端扭转角度;

[0176] 第二计算子模块2232,用于获取所述从端执行器与所述主端操作器的映射系数,根据所述从端扭转角度和所述映射系数,计算所述主端操作器的主端扭转角度;

[0177] 第三确定子模块2233,用于将所述主端扭转角度确定为所述约束扭转角度;

[0178] 为了便于理解,下面对控制模块23的技术方案进行清楚、完整地描述。

[0179] 在一个实施例中,继续参阅图8,所述控制模块23包括第二获取子模块2311、第四确定子模块2312。其中:

[0180] 第二获取子模块2311,用于获取所述器械的累计承受扭矩以及疲劳安全扭矩,所述疲劳安全扭矩小于所述额定扭矩;

[0181] 第四确定子模块2312,用于将所述累计承受扭矩分别与所述额定扭矩和所述疲劳安全扭矩进行比对,确定所述主端操作器的反馈扭矩。

[0182] 进一步地,继续参阅图8,所述控制模块23还包括第三获取子模块231a、第五确定子模块231b。其中:

[0183] 第三获取子模块231a,用于获取所述器械的疲劳安全系数;

[0184] 第五确定子模块231b,用于根据所述疲劳安全系数和所述额定扭矩,确定所述疲劳安全扭矩。

[0185] 在一个实施例中,参阅图9,所述第五确定子模块231b包括第一确定单元231b1、第二确定单元231b2以及第三确定单元231b3。其中:

[0186] 第一确定单元231b1,用于若所述累计承受扭矩小于所述疲劳安全扭矩,则所述主端操作器的反馈扭矩为零;

[0187] 第二确定单元231b2,用于若所述累计承受扭矩大于或等于所述疲劳安全扭矩,且小于所述额定扭矩,则获取第一反馈系数,根据所述第一反馈系数和所述累计承受扭矩,确定所述主端操作器的反馈扭矩;

[0188] 第三确定单元231b3,用于若所述累计承受扭矩等于所述额定扭矩,则获取第二反馈系数,根据所述第二反馈系数和所述累计承受扭矩,确定所述主端操作器的反馈扭矩;其中,所述第二反馈系数大于所述第一反馈系数。

[0189] 在一个实施例中,继续参阅图8,所述控制模块23还包括第六确定子模块2321、第七确定子模块2322、展示子模块2323。其中:

[0190] 第六确定子模块2321,用于根据所述主端操作器或所述从端执行器持续输出的实时扭转角度,确定累计扭转角度;

[0191] 第七确定子模块2322,用于比对所述累计扭转角度与所述约束扭转角度,确定剩余扭转角度;

[0192] 展示子模块2323,用于按照预设展示方式,展示所述剩余扭转角度。

[0193] 在一个实施例中,继续参阅图8,所述控制模块23还包括第四获取子模块2331、停止子模块2332。其中:

[0194] 第四获取子模块2331,用于获取所述从端执行器和/或所述主端操作器的输出实时参数;

[0195] 停止子模块2332,用于比对所述输出实时参数和所述输出约束参数,若所述输出实时参数大于或等于所述输出约束参数,则停止驱动所述器械运动。

[0196] 为解决上述技术问题,本申请实施例还提供计算机设备。具体请参阅图10,图10为本实施例计算机设备基本结构框图。

[0197] 所述计算机设备30包括通过系统总线相互通信连接存储器31、处理器32、网络接口33。需要指出的是,图中仅示出了具有组件31-33的计算机设备30,但是应理解的是,并不要求实施所有示出的组件,可以替代的实施更多或者更少的组件。其中,本技术领域技术人员可以理解,这里的计算机设备是一种能够按照事先设定或存储的指令,自动进行数值计算和/或信息处理的设备,其硬件包括但不限于微处理器、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、可编程门阵列(Field—Programmable Gate Array,FPGA)、数字处理器(Digital Signal Processor,DSP)、嵌入式设备等。

[0198] 所述计算机设备可以是桌上型计算机、笔记本、掌上电脑及云端服务器等计算设备。所述计算机设备可以与用户通过键盘、鼠标、遥控器、触摸板或声控设备等方式进行人机交互。

[0199] 所述存储器31至少包括一种类型的可读存储介质,所述可读存储介质包括闪存、硬盘、多媒体卡、卡型存储器(例如,SD或DX存储器等)、随机访问存储器(RAM)、静态随机访问存储器(SRAM)、只读存储器(ROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、可编程只读存储器(PROM)、磁性存储器、磁盘、光盘等。在一个实施例中,所述存储器31可以是所述计算机设备30的内部存储单元,例如该计算机设备30的硬盘或内存。在另一个实施例中,所述存储器31也可以是所述计算机设备30的外部存储设备,例如该计算机设备30上配备的插接式硬盘,智能存储卡(Smart Media Card,SMC),安全数字(Secure Digital,SD)卡,闪存卡(Flash Card)等。当然,所述存储器31还可以既包括所述计算机设备30的内部存储单元也包括其外部存储设备。本实施例中,所述存储器31通常用于存储安装于所述计算机设备30的操作系统和各类应用软件,例如器械控制方法的计算机可读指令等。此外,所述存储器31还可以用于暂时地存储已经输出或者将要输出的各类数据。

[0200] 所述处理器32在一个实施例中可以是中央处理器(Central Processing Unit,CPU)、控制器、微控制器、微处理器、或其他数据处理芯片。该处理器32通常用于控制所述计算机设备30的总体操作。本实施例中,所述处理器32用于运行所述存储器31中存储的计算

机可读指令或者处理数据,例如运行所述器械控制方法的计算机可读指令。

[0201] 所述网络接口33可包括无线网络接口或有线网络接口,该网络接口33通常用于在所述计算机设备30与其他电子设备之间建立通信连接。

[0202] 在本实施例中,通过输出约束参数控制从端执行器,以通过约束从端执行器达到限制器械扭转的目的,从而提升器械的使用稳定性以及安全性。

[0203] 本申请还提供了另一种实施方式,即提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机可读指令,所述计算机可读指令可被至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器执行如上述的器械控制方法的步骤。

[0204] 在本实施例中,通过输出约束参数控制从端执行器,以通过约束从端执行器达到限制器械扭转的目的,从而提升器械的使用稳定性以及安全性。

[0205] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到上述实施例方法可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现,当然也可以通过硬件,但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解,本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献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(如ROM/RAM、磁碟、光盘)中,包括若干指令用以使得一台终端设备(可以是手机,计算机,服务器,空调器,或者网络设备等)执行本申请各个实施例所述的方法。

[0206] 显然,以上所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例,附图中给出了本申请的较佳实施例,但并不限制本申请的专利范围。本申请可以以许多不同的形式来实现,相反地,提供这些实施例的目的是使对本申请的公开内容的理解更加透彻全面。尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来而言,其依然可以对前述各具体实施方式所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等效替换。凡是利用本申请说明书及附图内容所做的等效结构,直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理在本申请专利保护范围之内。

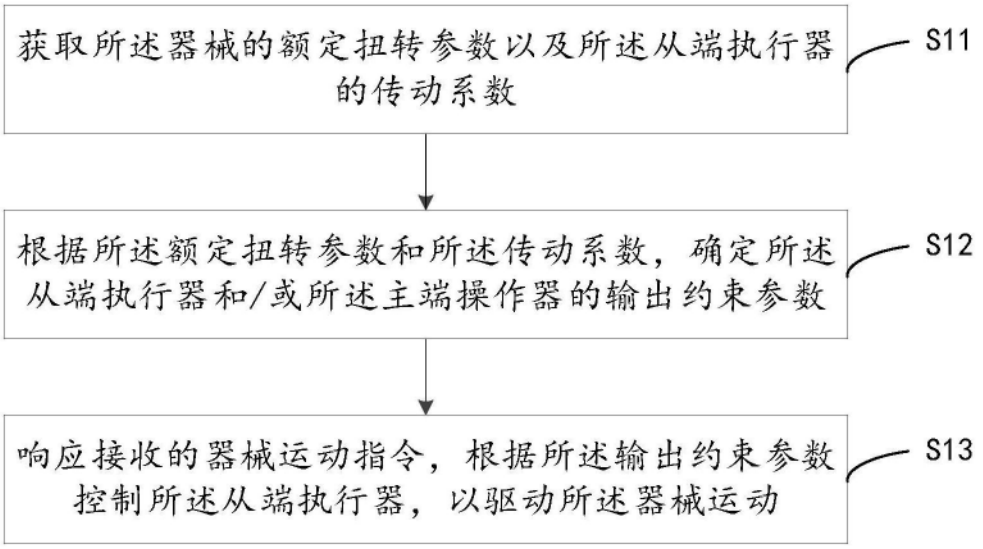

获取所述器械的额定扭转参数以及所述从端执行器的传动系数
S11
根据所述额定扭转参数和所述传动系数，确定所述从端执行器和/或所述主端操作器的输出约束参数
S12
响应接收的器械运动指令，根据所述输出约束参数控制所述从端执行器，以驱动所述器械运动
S13

图1

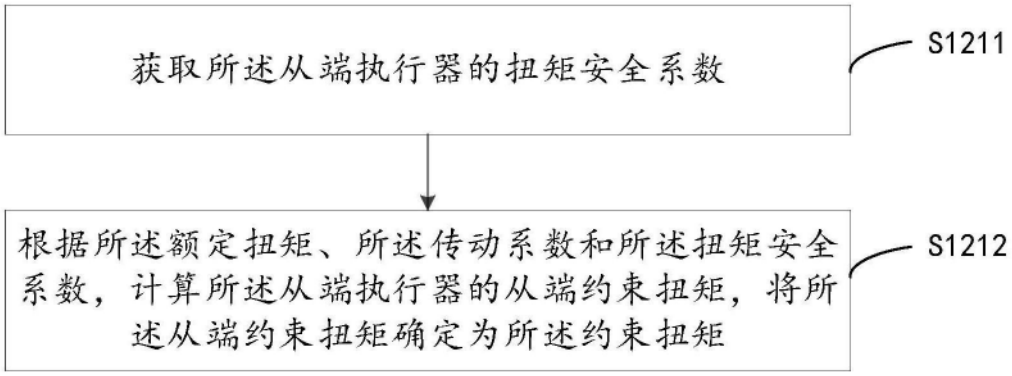

获取所述从端执行器的扭矩安全系数
S1211
根据所述额定扭矩、所述传动系数和所述扭矩安全系数，计算所述从端执行器的从端约束扭矩，将所述从端约束扭矩确定为所述约束扭矩
S1212

图2

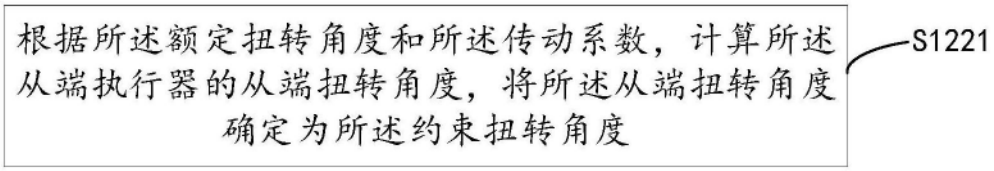

根据所述额定扭转角度和所述传动系数，计算所述从端执行器的从端扭转角度，将所述从端扭转角度确定为所述约束扭转角度
S1221

图3

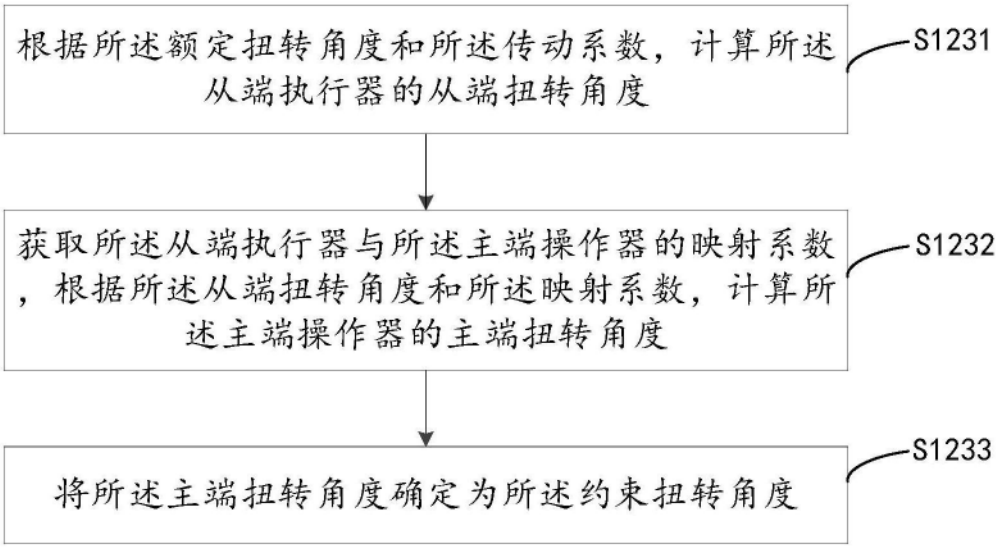

根据所述额定扭转角度和所述传动系数，计算所述从端执行器的从端扭转角度
S1231
获取所述从端执行器与所述主端操作器的映射系数，根据所述从端扭转角度和所述映射系数，计算所述主端操作器的主端扭转角度
S1232
将所述主端扭转角度确定为所述约束扭转角度
S1233

图4

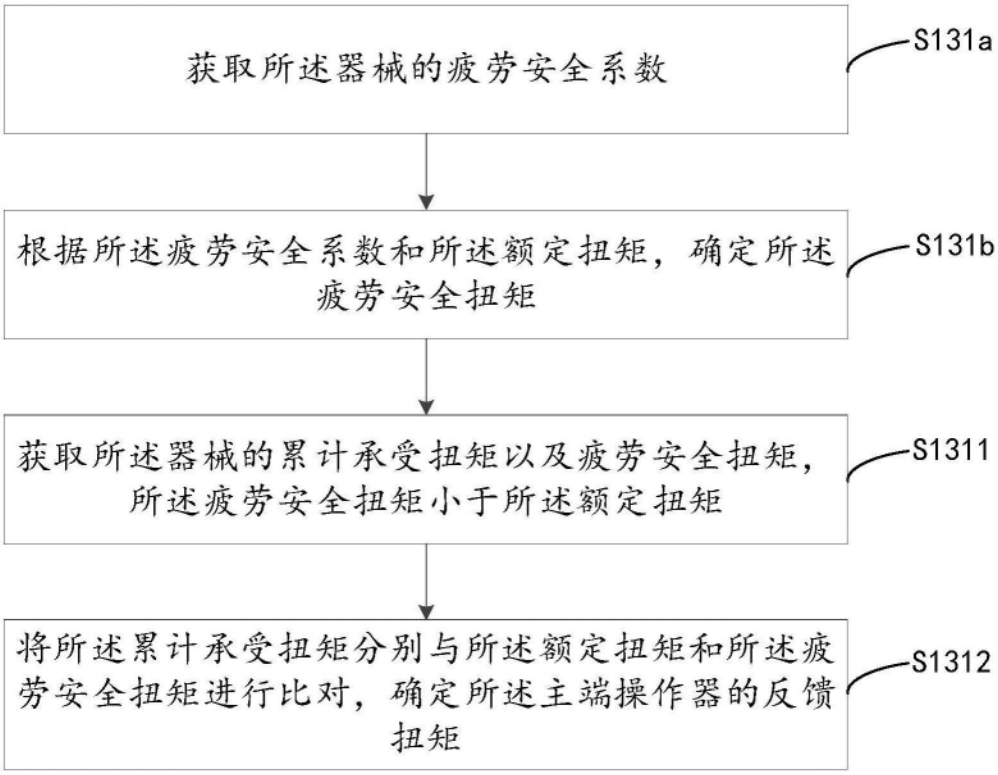

获取所述器械的疲劳安全系数
S131a
根据所述疲劳安全系数和所述额定扭矩，确定所述疲劳安全扭矩
S131b
获取所述器械的累计承受扭矩以及疲劳安全扭矩，所述疲劳安全扭矩小于所述额定扭矩
S1311
将所述累计承受扭矩分别与所述额定扭矩和所述疲劳安全扭矩进行比对，确定所述主端操作器的反馈扭矩
S1312

图5

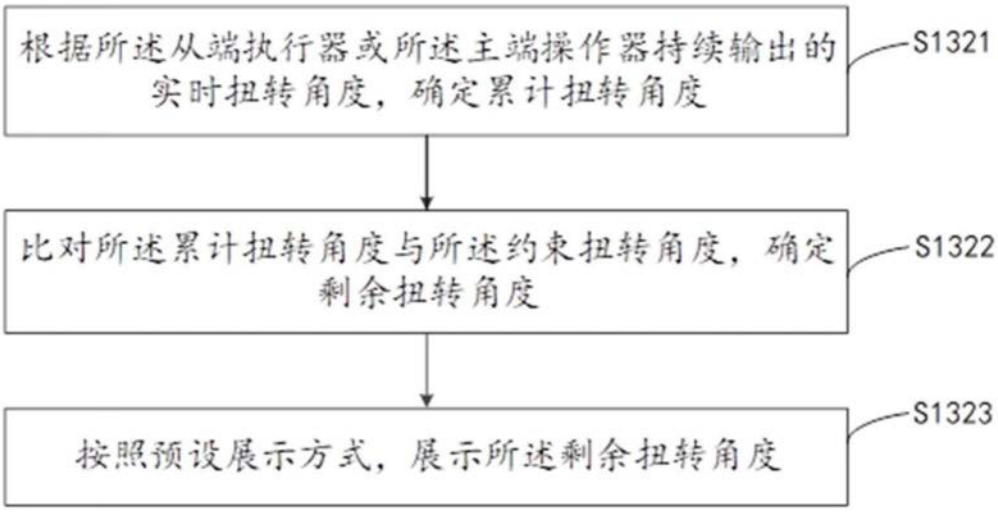

根据所述从端执行器或所述主端操作器持续输出的实时扭转角度，确定累计扭转角度
S1321
比对所述累计扭转角度与所述约束扭转角度，确定剩余扭转角度
S1322
按照预设展示方式，展示所述剩余扭转角度
S1323

图6

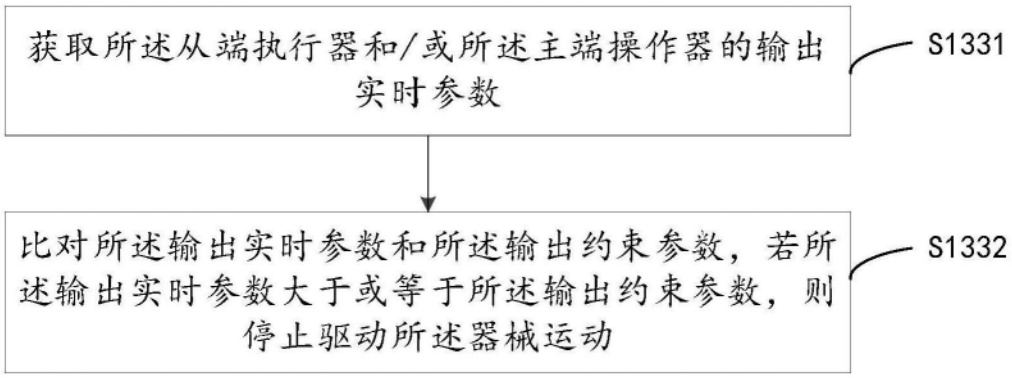

获取所述从端执行器和/或所述主端操作器的输出实时参数
S1331
比对所述输出实时参数和所述输出约束参数，若所述输出实时参数大于或等于所述输出约束参数，则停止驱动所述器械运动
S1332

图7

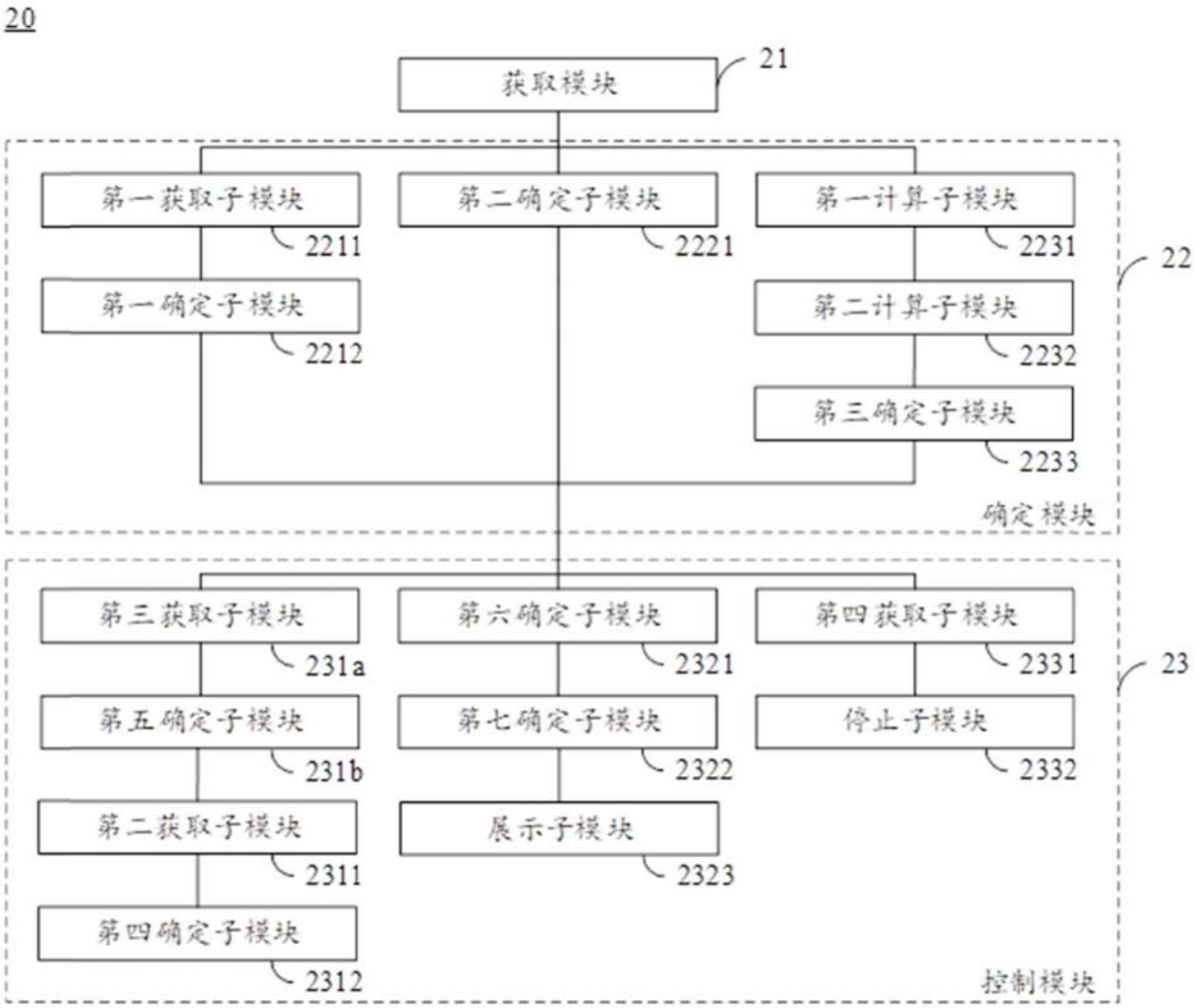

20
获取模块
21
第一获取子模块
2211
第二确定子模块
2221
第一计算子模块
2231
22
第一确定子模块
2212
第二计算子模块
2232
第三确定子模块
2233
确定模块
第三获取子模块
231a
第六确定子模块
2321
第四获取子模块
2331
23
第五确定子模块
231b
第七确定子模块
2322
停止子模块
2332
第二获取子模块
2311
展示子模块
2323
第四确定子模块
2312
控制模块

图8

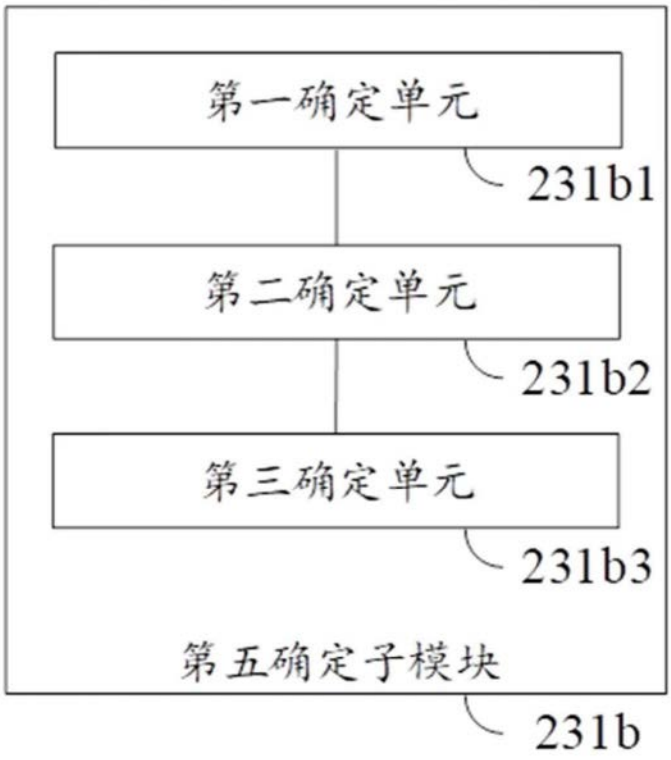

第一确定单元
231b1
第二确定单元
231b2
第三确定单元
231b3
第五确定子模块
231b

图9

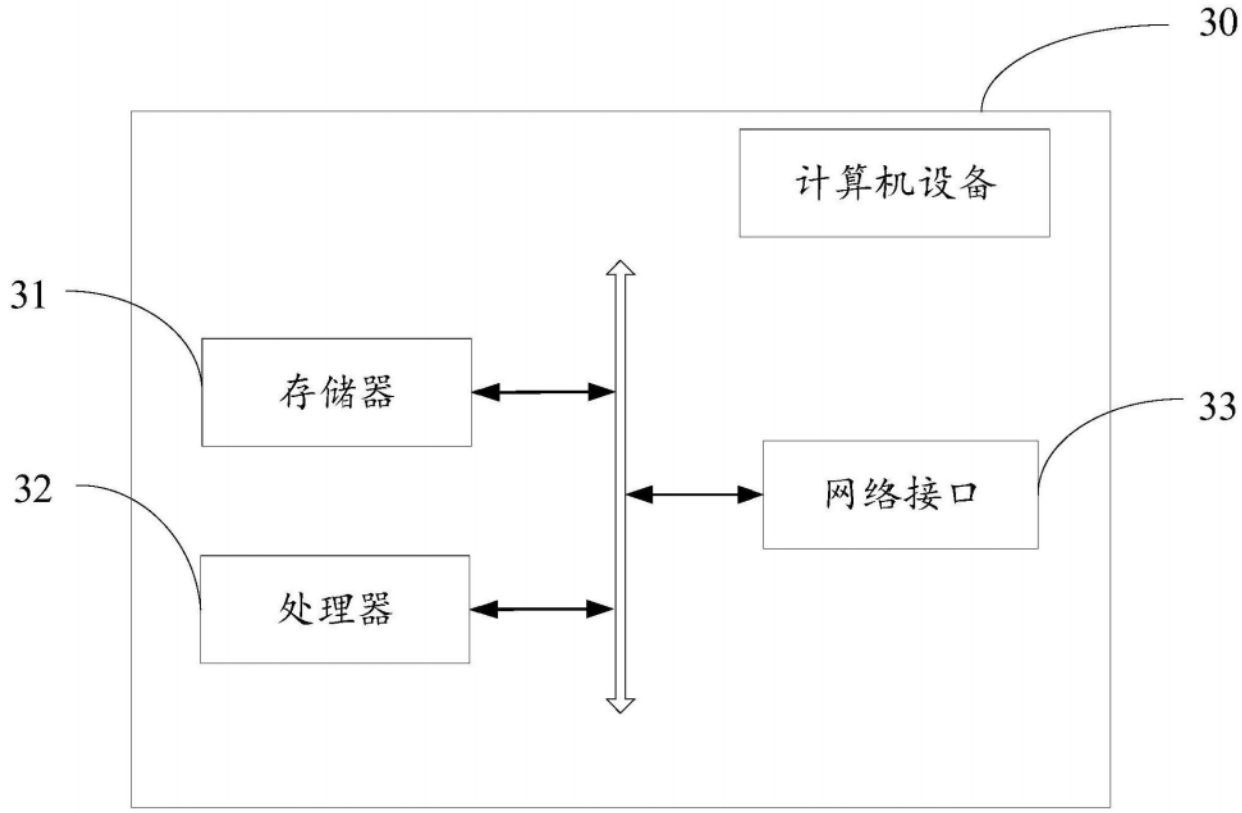

30
计算机设备
31
存储器
32
处理器
33
网络接口

图10