



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112155739 A

(43) 申请公布日 2021.01.01

(21) 申请号 202011039439.7

(22) 申请日 2016.03.16

(30) 优先权数据

62/134,193 2015.03.17 US

(62) 分案原申请数据

201680015921.2 2016.03.16

(71) 申请人 直观外科手术操作公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 P·G·格里菲思

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 张秀芬

(51) Int.Cl.

A61B 34/35 (2016.01)

A61B 90/50 (2016.01)

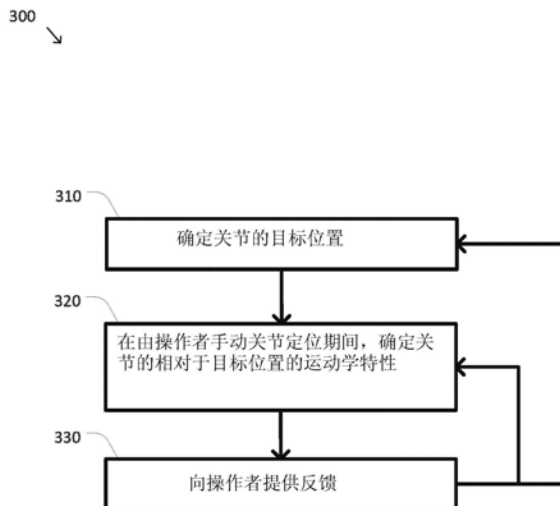
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

用于在手动关节定位期间提供反馈的系统和方法

(57) 摘要

本发明涉及用于在手动关节定位期间提供反馈的系统和方法。一种在手动关节定位期间提供反馈的系统和方法,该系统和方法包括计算机辅助医疗装置。计算机辅助医疗装置包括铰接臂和耦接到铰接臂的控制单元,其中铰接臂包括关节。控制单元被配置为通过确定关节的目标位置、确定关节的相对于目标位置的运动学特性,以及基于关节的运动学特性提供反馈,在关节的手动定位期间提供反馈。



1. 一种计算机辅助装置,其包括:
 铰接臂,其包括关节;以及
 控制单元,其耦接到所述铰接臂;
 其中,在用户对所述关节的手动定位期间为向用户提供反馈,所述控制单元被配置为:
 确定所述关节的第一目标位置;
 当所述关节正在朝向所述第一目标位置移动时,释放与所述关节相关联的制动器;
 当所述关节正在远离所述第一目标位置移动时,应用所述制动器;以及
 当所述关节处于所述第一目标位置时,将所述第一目标位置改变为第二目标位置。
2. 根据权利要求1所述的计算机辅助装置,其中,为确定所述关节是否正在朝向所述第一目标位置移动,所述控制单元被配置为确定所述关节相对于所述第一目标位置的速度。
3. 根据权利要求1所述的计算机辅助装置,其中,所述第一目标位置包括允许位置的范围。
4. 根据权利要求1所述的计算机辅助装置,其中,所述第一目标位置是固定位置。
5. 根据权利要求1所述的计算机辅助装置,其中,所述第一目标位置是基于所述铰接臂的一个或多个其他关节的运动学特性确定的动态位置。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的计算机辅助装置,其中,当所述关节正在远离所述第一目标位置移动时为应用所述制动器,所述控制单元被配置为向所述制动器施加与所述关节的速度成比例的制动力。
7. 根据权利要求1至5中任一项所述的计算机辅助装置,其中,所述控制单元被进一步配置为当所述关节正在接近所述第一目标位置时使所述关节减速。
8. 根据权利要求1至5中任一项所述的计算机辅助装置,其中,所述控制单元被进一步配置为当所述关节正在远离所述第一目标位置移动时提供指示所述关节应当反向的反馈。
9. 根据权利要求1至5中任一项所述的计算机辅助装置,其中,所述第一目标位置和所述第二目标位置是所述计算机辅助装置的预定配置的序列中的目标位置。
10. 一种操作包括关节的计算机辅助装置的方法,所述方法包括:
 通过所述计算机辅助装置的控制单元确定所述关节的第一目标位置;
 当所述关节正在朝向所述第一目标位置移动时,通过所述控制单元释放与所述关节相关联的制动器;
 当所述关节正在远离所述第一目标位置移动时,通过所述控制单元应用所述制动器;
 以及
 当所述关节处于所述第一目标位置时,通过所述控制单元将所述第一目标位置改变为第二目标位置。
11. 根据权利要求10所述的方法,其中,确定所述关节是否正在朝向所述第一目标位置移动包括确定所述关节相对于所述第一目标位置的速度。
12. 根据权利要求10所述的方法,其中:
 所述第一目标位置包括允许位置的范围;或者
 所述第一目标位置是固定位置;或者
 所述第一目标位置是基于所述计算机辅助装置的一个或多个其他关节的运动学特性确定的动态位置。

13. 根据权利要求10至12中任一项所述的方法,其中,当所述关节正在远离所述第一目标位置移动时应用所述制动器包括以与所述关节的速度成比例的制动力来应用所述制动器。

14. 根据权利要求10至12中任一项所述的方法,还包括:当所述关节正在接近所述第一目标位置时,使所述关节减速。

15. 根据权利要求10至12中任一项所述的方法,还包括:当所述关节正在远离所述第一目标位置移动时提供指示所述关节应当反向的反馈。

用于在手动关节定位期间提供反馈的系统和方法

[0001] 本申请是国际申请日为2016年3月6日、进入国家阶段日为2017年9月15日的名称为“用于在手动关节定位期间提供反馈的系统和方法”的中国专利申请2016800159212 (PCT/US2016/022553)的分案申请。

[0002] 相关申请

[0003] 本专利申请要求于2015年3月17日提交的标题为“用于在手动关节(joint)定位期间提供反馈的系统和方法(SYSTEM AND METHOD FOR PROVIDING FEEDBACK DURING MANUAL JOINT POSITIONING)”的美国临时专利申请62/134,193的申请日的优先权和权益,其全部内容通过引用方式并入本文。

技术领域

[0004] 本公开大体涉及具有铰接臂的装置的操作,并且更具体地涉及在手动关节定位期间提供反馈。

背景技术

[0005] 越来越多的装置被自主(autonomous)和半自主(semiautonomous)的电子装置所取代。这在当今的医院中尤其如此,其中大量自主和半自主电子装置存在于手术室、介入科治疗室(interventional suites)、重症监护病房、急诊室等中。例如,玻璃和水银温度计正在被电子温度计替代,静脉滴注线现在包括电子监测器和流量调节器,并且传统的手持式手术器械正在被计算机辅助医疗装置所取代。

[0006] 这些电子装置为操作它们的人员提供了优点和挑战。这些电子装置中的许多可能进行一个或更多个铰接臂和/或端部执行器的自主或半自主运动。这些一个或更多个铰接臂和/或端部执行器各自包括支撑铰接臂和/或端部执行器的运动的连杆和铰接关节的组合。在许多情况下,操纵铰接关节以获得位于对应铰接臂和/或端部执行器的连杆和铰接关节的远侧端部处的对应的工具的期望位置和/或取向(统称为期望的位姿)。在工具近侧的铰接关节中的每个提供具有至少一个自由度的对应的铰接臂和/或端部执行器,所述至少一个自由度可用于操纵对应工具的位置和/或取向。在许多情况下,对应的铰接臂和/或端部执行器可包括至少六个自由度,这六个自由度允许控制对应的工具的x、y和z位置以及对应的工具的滚转、俯仰和偏转取向。

[0007] 在一些情况下,操作者可期望将铰接臂引导到特定配置(即,手动地定位臂中的一个或更多个关节)中。然而,在如此多的自由度的情况下,操作者可在确定何时已经获得所期望的配置时经历困难。操作者可在决定将关节移动到哪个方向以达到期望的配置时进一步经历困难。更进一步地,操作者可能没有意识到与每个关节相关联的物理和/或实际约束,诸如最大允许关节速度、运动范围限制等。因此,试图手动定位铰接臂的一个或更多个关节以达到预定配置的操作者可难以准确、快速地这样做,并且/或者没有对装置造成损坏和/或对诸如操作者和/或患者的附近人员造成伤害的风险。

[0008] 因此,可期望向操作者提供反馈以便于手动关节定位。

发明内容

[0009] 根据一些实施例,计算机辅助医疗装置包括铰接臂,铰接臂包括关节和耦接到铰接臂的控制单元。控制单元被配置为通过确定关节的目标位置、确定关节的相对于目标位置的运动学特性(kinematics),以及基于关节的运动学特性提供反馈,在关节的手动定位期间提供反馈。

[0010] 根据一些实施例,在手动定位计算机辅助医疗装置的关节期间提供反馈的方法包括确定关节的目标位置、确定关节的相对于目标位置的运动学特性,以及基于关节的运动学特性提供反馈。

[0011] 根据一些实施例,非暂时性机器可读介质包括多个机器可读指令,当由与医疗装置相关联的一个或多个处理器执行时,所述多个机器可读指令适于使一个或多个处理器执行一种方法。该方法包括在手动定位关节期间确定关节的目标位置、确定关节的相对于目标位置的运动学特性,以及基于关节的运动学特性提供反馈。

附图说明

[0012] 图1是根据一些实施例的计算机辅系统的简化图。

[0013] 图2是示出根据一些实施例的计算机辅系统的简化图。

[0014] 图3是根据一些实施例的在手动关节定位期间提供反馈的方法的简化图。

[0015] 图4是根据一些实施例的向操作者提供反馈的方法的简化图。

[0016] 在附图中,具有相同标号的元件具有相同或相似的功能。

具体实施方式

[0017] 在下面的描述中,阐述了描述根据本公开的一些实施例的具体细节。然而,对于本领域技术人员显而易见的是,可在没有这些具体细节中的一些或全部的情况下实践一些实施例。本文公开的具体实施例旨在是例示性的而非限制性的。本领域技术人员可实现尽管在此没有具体描述但是在本公开的范围和精神内的其他元件。此外,为避免不必要的重复,除非另有具体描述,或者如果一个或多个特征使得实施例不起作用,可将与一个实施例相关联地示出和描述的一个或多个特征并入其他实施例。

[0018] 图1是根据一些实施例的计算机辅助系统100的简化图。如图1所示,计算机辅助系统100包括具有一个或多个可移动或铰接臂120的装置110。一个或多个铰接臂120中的每个可支撑一个或多个端部执行器。在一些示例中,装置110可与计算机辅助手术装置一致。一个或多个铰接臂120可各自为安装到铰接臂120中的至少一个的远侧端部的一个或多个工具、手术器械、成像装置等提供支撑。装置110可进一步耦接到操作者工作站(未示出),操作者工作站可包括用于操作装置110、一个或多个铰接臂120和/或端部执行器的一个或多个主控制。在一些实施例中,装置110和操作者工作站可对应于由加利福尼亚州森尼维耳市的直观外科公司(Intuitive Surgical, Inc.)出售的da Vinci®手术系统。在一些实施例中,具有其他配置、更少或更多铰接臂等的计算机辅助手术装置可与计算机辅助系统100一起使用。

[0019] 装置110经由接口耦接到控制单元130。接口可包括一个或多个无线链路、电缆、连接器和/或总线,并且可进一步包括具有一个或多个网络切换和/或路由装置的一个或

更多个网络。控制单元130包括耦接到存储器150的处理器140。控制单元130的操作由处理器140控制。尽管控制单元130被示出仅具有一个处理器140,但是应当理解,处理器140可代表控制单元130中的一个或多个中央处理单元、多核处理器、微处理器、微控制器、数字信号处理器、现场可编程门阵列(FPGA)、专用集成电路(ASIC)等。控制单元130可被实现为添加到计算装置的独立子系统和/或板或虚拟机器。在一些实施例中,控制单元可作为操作者工作站的一部分被包括,并且/或者独立于操作者工作站但与操作者工作站协作操作。

[0020] 存储器150可用于存储由控制单元130执行的软件和/或在控制单元130的操作期间使用的一个或多个数据结构。存储器150可包括一种或多种类型的机器可读介质。机器可读介质的一些常见形式可包括软盘、软磁盘、硬盘、磁带、任何其他磁介质,CD-ROM、任何其他光学介质,穿孔卡、纸带、具有孔图案的任何其他物理介质, RAM、PROM、EPROM、FLASH-EPROM、任何其他存储器芯片或盒(cartridge)和/或处理器或计算机适于从中进行读取的任何其他介质。

[0021] 如图所示,存储器150包括可用于支持装置110的自主和/或半自主控制的运动控制应用程序160。运动控制应用程序160可包括一个或多个应用程序编程接口(API),该一个或多个应用程序编程接口(API)用于从装置110接收位置、运动和/或其他传感器信息,与关于其他装置(诸如手术台和/或成像装置)的其他控制单元交换位置、运动和/或碰撞避免信息,并且/或者规划和/或辅助用于装置110、铰接臂120和/或装置110的端部执行器的运动规划。尽管运动控制应用程序160被描绘为软件应用程序,但是运动控制应用程序160可使用硬件、软件和/或硬件和软件的组合来实现。

[0022] 在一些实施例中,在手术室和/或介入科治疗室中可存在计算机辅助系统100。尽管计算机辅助系统100仅包括具有两个铰接臂120的一个装置110,但是普通技术人员将理解,计算机辅助系统100可包括具有与装置110类似和/或不同设计的铰接臂和/或端部执行器的任何数量的装置。在一些示例中,每个装置可包括更少或更多铰接臂和/或端部执行器。

[0023] 计算机辅助系统100进一步包括手术台170。类似于一个或多个铰接臂120,手术台170可支撑台面180相对于手术台170的基座的铰接移动。在一些示例中,台面180的铰接移动可包括对改变手术台面180的高度、倾斜度、滑动、特伦德伦伯卧位(Trendelenburg)取向等的支撑。尽管未示出,但手术台170可包括一个或多个控制输入,诸如用于控制台面180的位置和/或取向的控制悬垂件。在一些实施例中,手术台170可对应于由德国通快医疗系统有限公司(Trumpf Medical Systems GmbH)出售的手术台中的一个或多个。

[0024] 手术台170还可经由对应的接口耦接到控制单元130。接口可包括一个或多个无线链路、电缆、连接器和/或总线,并且可进一步包括具有一个或多个网络切换和/或路由装置的一个或多个网络。在一些实施例中,手术台170可耦接到与控制单元130不同的控制单元。在一些示例中,运动控制应用程序160可包括用于接收与手术台170和/或台面180相关联的位置、运动和/或其他传感器信息的一个或多个应用程序编程接口(API)。在一些示例中,运动控制应用程序160可规划和/或辅助用于手术台170和/或台面180的运动规划。在一些示例中,运动控制应用程序160可防止手术台170和/或台面180的运动,诸如通过使用控制悬垂件来防止手术台170和/或台面180的移动。在一些示例中,运动控制应用程序160可帮助将装置110与手术台170对准,使得装置110和手术台170之间的几何关系已知。在

一些示例中,几何关系可包括在被保持用于装置110和手术台170的坐标系之间的平移和/或一次或更多次旋转。

[0025] 图2是示出根据一些实施例的计算机辅助系统200的简化图。例如,计算机辅助系统200可与计算机辅助系统100一致。如图2所示,计算机辅助系统200包括具有一个或更多个铰接臂的计算机辅助装置210和手术台280。尽管未在图2中示出,但计算机辅助装置210和手术台280可使用一个或更多个接口和一个或更多个控制单元耦接在一起,使得关于手术台280的至少运动学信息为用于执行计算机辅助装置210的铰接臂的运动的运动控制应用程序所知。

[0026] 计算机辅助装置210包括各种连杆和关节。在图2的实施例中,计算机辅助装置通常被分成三组不同的连杆和关节。从可移动或患者侧推车215的近侧端部开始是装配结构220。耦接到装配结构的远侧端部的是一套装配关节240。并且操纵器260(诸如通用手术操纵器)耦接到装配关节240的远侧端部。在一些示例中,一套装配关节240和操纵器260可对应于铰接臂120中的一个。尽管所示计算机辅助装置仅具有一套装配关节240和对应的操纵器260,但是普通技术人员将理解,计算机辅助装置可包括多于一套的装配关节240和对应的操纵器260,使得计算机辅助装置配备有多个铰接臂。

[0027] 如图所示,计算机辅助装置210安装在移动推车215上。移动推车215使得计算机辅助装置210能够诸如在手术室之间或在手术室内在位置之间运送,以将计算机辅助装置更好地定位在手术台180附近。装配结构220安装在移动推车215上。如图2所示,装配结构220包括两部分圆柱,两部分圆柱包括圆柱连杆221和222。肩部关节223耦接到圆柱连杆222的上端或远侧端部。包括吊杆连杆224和225的两部分吊杆耦接到肩部关节223。腕部关节226在吊杆连杆225的远侧端部,并且取向平台227耦接到腕部关节226。

[0028] 装配结构220的连杆和关节包括用于改变取向平台227的位置和取向(即,位姿)的各种自由度。例如,两部分圆柱可用于通过沿轴线232上下移动肩部关节223来调整取向平台227的高度。可另外使用肩部关节223使取向平台227围绕移动推车215、两部分圆柱和轴线232旋转。还可使用两部分吊杆沿轴线234对取向平台227的水平位置进行调整。并且还可通过使用腕部关节226使取向平台227围绕轴线236旋转对取向平台227的取向进行调整。因此,受到装配结构220中的连杆和关节的运动限制,可使用两部分圆柱在移动推车215上方垂直地调整取向平台227的位置。还可分别使用两部分吊杆和肩部关节223围绕移动推车215径向地和成角度地调整取向平台227的位置。并且还可使用腕部关节226来改变取向平台227的角取向。

[0029] 取向平台227可用作一个或更多个铰接臂的安装点。调整取向平台227关于移动推车215的高度、水平位置和取向的能力提供了灵活的装配结构,用于将一个或更多个铰接臂关于工作空间诸如位于移动推车215的附近的患者进行定位和取向。图2示出了使用第一装配关节242(或“挠性关节242”)耦接到取向平台的单个铰接臂。虽然仅示出了一个铰接臂,但是普通技术人员将理解,可使用附加的第一装配关节将多个铰接臂耦接到取向平台227。

[0030] 第一装配关节242形成铰接臂的装配关节240节段的最近侧部分。装配关节240可进一步包括一套关节和连杆。如图2所示,装配关节240包括经由一个或更多个关节(未明确示出)耦接的至少连杆244和246。装配关节240的关节和连杆包括以下能力:使用第一装配关节242围绕轴线252相对于取向平台227旋转装配关节240,调整第一装配关节242和连杆

246之间的径向或水平距离,相对于取向平台沿轴线254调整连杆246的远侧端部处的操纵器安装件262的高度,以及使操纵器安装件262围绕轴线254旋转。在一些示例中,装配关节240可进一步包括附加的关节、连杆和允许附加自由度的轴线,用于改变操纵器安装件262相对于取向平台227的位姿。

[0031] 操纵器260经由操纵器安装件262耦接到装配关节240的远侧端部。操纵器260包括附加的关节264和连杆266,其中器械托架268安装在操纵器260的远侧端部处。器械或操纵器工具270安装到器械托架268。工具270包括沿插入轴线对准的轴272。轴272通常被对准,使得其穿过与操纵器260相关联的远程中心274。远程中心274的位置通常相对于操纵器安装件262保持在固定的平移关系中,使得操纵器260中的关节264的操作导致轴272围绕远程中心274旋转。根据实施例,使用操纵器260的关节264和连杆266中的物理约束,使用强加于接头264所允许的运动上的软件约束,和/或二者的组合来保持远程中心274相对于操纵器安装件262的固定平移关系。在一些示例中,在操纵器260与患者278对接之后,远程中心274可对应于在患者278体内的手术端口或切口部位的位置。因为远程中心274对应于手术端口,所以当使用工具270时,远程中心274相对于患者278保持静止,以限制患者278的在远程中心274处的解剖结构上的应力。在一些示例中,轴272可穿过位于手术端口处的插管(未示出)。

[0032] 工具或工具顶端276在轴272的远侧端部处。由于关节264和连杆266,操纵器260的自由度可允许至少控制轴272和/或工具顶端276相对于操纵器安装件262的滚转、俯仰和偏转。在一些示例中,操纵器260中的自由度可进一步包括使用器械托架268推进和/或撤回轴272的能力,使得工具顶端276可沿插入轴线并且相对到远程中心274被推进和/或撤回。在一些示例中,操纵器260可与通用手术操纵器一致,用于与由加利福尼亚州森尼维耳市的直观外科公司(Intuitive Surgical, Inc.)出售的da Vinci®手术系统一起使用。在一些示例中,工具270可以是诸如内窥镜的成像装置、夹持器、诸如烧灼刀或手术刀的手术工具等。在一些示例中,工具顶端276可包括允许工具顶端276的部分相对于轴272的附加局部操纵的附加自由度,诸如滚转、俯仰、偏转、夹持等。

[0033] 在外科手术或其他医疗程序期间,患者278通常位于手术台280上。手术台280包括台基座282和台面284,其中台基座282位于移动推车215附近,使得工具270(也称为“器械270”)和/或工具顶端276可被计算机辅助装置210操纵,同时对接到患者278。手术台280进一步包括铰接结构290,铰接结构290包括在台基座282和台面284之间的一个或更多个关节或连杆,使得台面284并且因此患者278相对于台基座282的相对位置可以被控制。在一些示例中,铰接结构290可被配置为使得相对于虚拟限定的等中心286控制台面284,等中心286可位于台面284上方的一点处。在一些示例中,等中心286可位于患者278的内部内。在一些示例中,等中心286可与患者的在端口部位中的一个(诸如对应于远程中心274的端口部位)处或附近的体壁并置。

[0034] 如图2所示,铰接结构290包括高度调整关节292,使得台面284可相对于台基座282升高和/或降低。铰接结构290进一步包括关节和连杆,以改变台面284相对于等中心286的倾斜度控制件(tilt)294和特伦德伦伯卧位控制件(Trendelenburg)296取向两者。倾斜度控制件294允许台面284侧向倾斜,使得患者278的右侧或左侧可相对于患者278的另一侧向上旋转(即,围绕台面284的纵向或头部-脚趾轴线)。特伦德伦伯卧位支撑件296允许台面

284旋转,使得患者278的脚部被升高(特伦德伦伯卧位),或者患者278的头部被升高(反向特伦德伦伯卧位)。在一些示例中,可调整倾斜度控制件294和/或特伦德伦伯卧位支撑件296旋转以产生围绕等中心286的旋转。铰接结构290进一步包括附加的连杆和关节298,以使台面284借助如图2所示的大致左和/或右运动相对于台基座282前后移动。

[0035] 在许多情况下,可期望操作者手动地定位一个或更多个铰接臂的一个或更多个关节特别是一个或更多个非铰接关节,以获得预定的配置。在一个说明性示例中,操作者可期望定位关节以获得有利于装置的包装和运输的包装配置(packing configuration)。例如,包装配置可使被铰接臂占据的空间最小化以有效地储存,并且/或者使臂之间的空间最大化以防止它们在处理期间碰撞。为避免运输期间的损坏和/或延迟,对于操作者而言,重要的是具有将关节位置可靠且有效地设置为包装配置的能力。然而,当引导关节就位时,操作者可难以知道何时已经获得正确的配置。更进一步地,当从不正确的配置开始时,操作者可不知道使关节移动到哪个方向以获得正确的配置。因此,操作者可结束采用用于寻找正确的配置的低效和/或不准确的方法,诸如基于反复试验的方法。在如先前关于图2所述的诸如计算机辅助装置210的装置中,该问题尤其严重,所述装置可包括四个或更多个铰接臂,每个臂进一步包括四个或更多个关节(诸如装配关节240),每个关节提供一个或更多个自由度。在具有许多关节和许多自由度的装置中,获得正确的包装配置是一项令人生畏的重复任务,其具有许多延迟和/或错误的机会。

[0036] 包装配置仅是操作者可希望通过手动定位装置的一个或更多个关节来获得的有用的预定配置的许多示例中的一个。另一个示例是校准配置,其中操作者定位关节以允许在一个或更多个关节、铰接臂和/或装置的其他部分上执行校准测试和/或测量。另一个示例是遍历序列(walk-through sequence),其中操作者逐步通过可用于测试、校准和/或演示目的的配置的预定序列。在遍历序列期间,在预定配置之间快速切换的能力对于避免序列的每个配置之间冗长的延迟尤其重要。预定配置的附加示例包括用于准备用于手术程序的装置的装配配置,用于准备用于长期储存的装置的储存配置,以及用于提供对难以接触的部件的触及以便于修理的修理配置。

[0037] 为克服与用手定位一个或更多个关节相关联的挑战,可期望有助于将操作者引导到正确配置的反馈机构。在一些示例中,反馈机构有助于在已经获得预定配置时通知操作者。在一些示例中,反馈机构帮助操作者确定将特定关节移动到哪个方向以达到正确的配置。在一些示例中,反馈机构有助于防止操作者超越对关节的物理和/或实际约束,诸如运动极限和/或速度极限的范围。当手动定位关节时,操作者施加力以直接地(例如,用手)或间接地(例如,通过远程操作)移动关节。因此,向操作者提供对所施加的力的触觉响应的触觉反馈是向操作者提供反馈的特别方便的方式,但可以以类似的方式使用其他反馈机构,诸如视觉反馈和/或音频反馈。

[0038] 图3是根据一些实施例的在手动关节定位期间提供反馈的方法300的简化图。方法300的过程310至330中的一个或更多个可至少部分地以存储在非暂时性有形的机器可读介质上的可执行代码的形式来实现,当由一个或更多个处理器(例如,控制单元130中的处理器140)运行时,所述可执行代码可使得一个或更多个处理器执行过程310至330中的一个或更多个。在一些实施例中,方法300可用于促进由操作者引导的铰接臂的一个或更多个关节的快速且准确的定位。在根据图1和图2的实施例的一些示例中,铰接臂可对应于铰接臂

120,并且关节可对应于操纵器260的装配关节240和/或关节264中的一个。不失一般性,从提供触觉反馈的视角描述方法300,然而普通技术人员将理解,方法300可适于使用任何合适的反馈机构来提供反馈。

[0039] 根据一些实施例,与在手动关节定位期间不提供反馈的方法相比,方法300可支持一个或更多个有用的改进。在一些示例中,方法300可有利于关节的快速和准确的定位以获得一个或更多个铰接臂的一个或更多个关节的期望配置。在一些示例中,方法300可进一步降低由于关节的错误校准、测试和/或定位而对器械造成损坏和/或对患者和/或操作者造成伤害的可能性。

[0040] 在过程310处,确定关节的目标位置。目标位置以与被定位的关节的类型一致的单位来指定。在一些实施例中,诸如当关节是棱柱形关节时,目标位置可指定表示关节的目标延伸的距离。在一些实施例中,诸如当关节是旋转关节时,目标位置可指定表示关节的目标旋转的角度。在一些实施例中,目标位置可指定允许位置的范围。在一些实施例中,诸如当关节独立于其他关节定位时,目标位置可以是固定值。在一些实施例中,诸如当关节与其他关节相结合定位时,目标位置可以是基于其他关节中的一个或更多个的当前配置确定的动态值。根据一些实施例,可从目标位置的预定序列中选择目标位置,使得每次关节到达目标位置时,目标位置被更新为序列中的下一个目标位置。在一些示例中,诸如当关节与其他关节相结合定位时,可不将目标位置更新为序列中的下一个目标位置,直到一个或更多个附加关节已经达到相应的目标位置。

[0041] 在过程320处,在操作者的手动关节定位期间确定关节的相对于目标位置的运动学特性。为了手动定位关节,操作者向关节施加力(例如,通过直接亲自动手操纵关节和/或通过远程操作),所述关节可被引导朝向或远离目标位置。在一些实施例中,可施加力,使得操作者具有感测关节如何响应所施加的力的能力(例如,以区分制动和未制动的关节运动)。当关节响应于所施加的力而移动时,确定关节的运动学特性。关节的运动学特性可由一个或更多个参数表征,诸如关节相对于目标位置的当前位置、速度和/或加速度(和/或对应的角参数,诸如角度、角速度和/或角加速度)。根据一些实施例,可使用与关节相关联的传感器诸如位置传感器、速度传感器和/或加速度计确定运动学参数。在一些示例中,位置传感器可以是编码器。在一些示例中,可使用数值积分和/或微分在位置、速度和/或加速度之间进行转换。根据一些实施例,运动学特性可相对于目标位置来确定,并且可例如指定关节当前是否在目标位置处、是否朝向目标位置移动或者是否移动远离目标位置。说明该实施例的示例性计算如下进行。从目标关节位置“ r ”中减去当前关节位置“ y ”,以获得表示当前关节位置和目标关节位置之间的偏移量的误差值“ e ”(即, $e=r-y$,其中 y 、 r 和 e 具有距离、角度等的单位)。还记录关节的速度(和/或角速度)“ v ”。当 e 为零时,确定关节处于目标位置。当 e 为正且 v 为正时,或者当 e 为负且 v 为负时,则确定关节正在朝向目标位置移动。当 e 为正且 v 为负时,或者当 e 为负且 v 为正时,则确定关节正在以速度 v 移动远离目标位置。当目标位置包括允许位置的范围时,可针对该范围内的每个允许位置 r 计算误差值 e ,并且可使用具有最低绝对值的结果 e 来确定如上所述的关节的运动学特性。

[0042] 在过程330处,向操作者提供反馈。在一些实施例中,反馈可以是使用关节制动器、振动马达等施加到关节的触觉反馈。在一些实施例中,可用其他刺激(诸如视觉反馈和/或听觉反馈)来补充和/或代替触觉反馈。通常,反馈提供引起操作者的一个或更多个期望响

应的信号,诸如停止移动关节、继续移动关节以及/或者以改变关节运动的方向。在给定时间的特定期望响应取决于关节相对于在过程320期间确定的目标位置的运动学特性。图4是根据其中使用由关节制动器施加的触觉反馈信号提供反馈的一些实施例的用于执行向操作者提供反馈的过程330的方法的简化图。在一些示例中,该方法可用于通过基于关节的相对于目标位置的运动学特性应用关节制动器来向操作者提供触觉反馈。

[0043] 在过程410处,确定关节是否处于目标位置。根据一些实施例,关节的位置可使用与关节相关联的传感器(诸如位置传感器)来确定,并且与目标位置进行比较,以确定关节是否处于目标位置。当关节处于目标位置时,过程330进行到锁定关节位置的过程420。当关节不处于目标位置时,过程340进行到确定关节是否正在朝向目标位置移动的过程430。

[0044] 在过程420处,锁定关节位置。当确定关节处于目标位置时执行过程420。因此,锁定关节位置向操作者提供指示已经获得目标位置并且不应当进一步移动关节的触觉反馈。在一些实施例中,可使用关节制动器锁定关节位置,关节制动器可另外或替代地使用另一个合适的关节锁定机构诸如锁定销等来加强,以防止关节的进一步运动。一旦获得目标位置并且关节位置被锁定,过程330就完成。

[0045] 在过程430处,确定关节是否正在朝向目标位置移动。当关节当前未处于目标位置时执行过程430。因此,提供给操作者的触觉反馈取决于关节是正在朝向目标位置移动还是正在移动远离目标位置。根据一些实施例,当前关节位置可使用与关节相关联的传感器(诸如位置传感器)来确定,并且与目标关节位置进行比较,以确定当前关节位置和目标关节位置之间的偏移量是正还是负。此外,可使用与关节相关联的传感器(诸如速度传感器)来确定关节的速度,以确定关节的速度是正还是负。根据一些实施例,当偏移量和速度都具有相同的符号时,确定关节正在朝向目标位置移动,并且当偏移量和关节速度具有相反的符号时,确定关节正在移动远离目标位置。当关节正在朝向目标位置移动时,过程430进行到释放关节制动器的过程440。当关节正在移动远离目标位置时,过程430进行到应用关节制动器的过程450。

[0046] 在过程440处,释放关节制动器。当关节正在朝向目标位置移动时,执行过程440。因此,释放制动器向操作者提供指示关节正在正确地移动,并且应当继续在当前方向上移动的触觉反馈。在一些实施例中,当制动器被释放时,关节可向操作者施加的手动力提供小的阻力。一旦释放关节制动器,过程330就完成,并且执行方法300的另一个循环。

[0047] 在过程450处,应用关节制动器。当关节正在移动远离目标位置时,执行过程450。因此,应用制动器向操作者提供指示关节正被错误地移动,并且应当在相反的方向上移动的触觉反馈。在一些实施例中,可向制动器施加预定的制动力。在一些实施例中,可向制动器施加与关节远离目标位置的速度成比例的制动力。因此,当操作者以增加的速度使关节移动远离目标位置时,操作者感测到来自关节制动器的更大的阻力。在一些实施例中,可选择成比例的速度增益因子 k_v ,使得根据关系 $F_b = k_v |v|$,制动力 F_b 与远离目标位置的速度绝对值 $|v|$ 成比例。

[0048] 在一些示例中,关节制动器可使用电磁断电式制动器等来实现。由电磁断电式制动器施加的制动力与电信号(例如,电流和/或电压信号)成反比,并且可表现出滞后行为。由于滞后行为,在通过施加大的电信号来释放制动器之后,当尝试重新接合制动器时,制动器可不可预测地响应,除非随后施加低得多的电信号以克服制动滞后。因此,在一些实施例

中,当在过程440期间释放制动,以及/或者在过程450期间施加制动时,可采用适当的约束,以防止到制动器的电信号达到发生显著的滞后行为的阈值水平。

[0049] 返回参考图3,一旦在过程330处向操作者提供反馈,则方法300就可返回到过程320,以迭代地监测相对于目标位置的关节运动学特性,并且向操作者提供附加的反馈。在一些实施例中,一旦达到目标位置,则方法300就可返回到过程310以设置新的目标位置,并且开始监测和反馈的新的迭代过程。

[0050] 如上所述并且在此进一步强调,图3和图4仅仅是应当不适当限制权利要求的范围的示例。本领域普通技术人员将认识到许多变化、替代和修改。根据一些实施例,方法300可适于适应具有多个分开的目标位置的关节。例如,方法300可提供将操作者引导到多个目标位置中的最近目标位置的反馈,并且/或者可在关节定位在两个目标位置之间时提供中性反馈(即,不依赖于关节正在移动的方向的反馈)。根据一些实施例,方法300可提供反馈,以便将关节位置、速度和/或加速度保持在与关节的物理约束相关联的可允许范围内。例如,在过程330期间,当关节位置接近运动极限的范围时,可应用关节制动器。类似地,在过程330期间,当关节速度和/或加速度超过预定阈值时,可应用关节制动器。根据一些实施例,方法300可在过程420处采用缓解关节制动器的突然锁定的技术,突然锁定可在关节快速移动时导致装置发生不期望的摇晃。例如,可向操作者提供反馈以指示关节靠近和/或正在接近目标位置,并且应当减速,且应当继续朝向目标位置移动以实现“软”着陆。在一些示例中,当关节速度超过阈值速度时,可禁用锁定关节制动器的过程420,使得关节制动器在以快速度行进甚至当关节到达目标位置时不锁定。

[0051] 控制单元(诸如控制单元130)的一些示例可包括非暂时性有形的机器可读介质,所述机器可读介质包括可执行代码,当由一个或多个处理器(例如,处理器140)运行时,所述可执行代码可使一个或多个处理器执行方法300的过程。可包括方法300的过程的机器可读介质的一些常见形式是例如软盘、软磁盘、硬盘、磁带、任何其他磁介质,CD-ROM、任何其他光学介质,穿孔卡、纸带、具有孔图案的任何其他物理介质,RAM、PROM、EPROM、FLASH-EPROM、任何其他存储器芯片或盒和/或处理器或计算机适于从中进行读取的任何其他介质。

[0052] 虽然已经示出和描述了说明性实施例,但是在前述公开中设想了范围广泛的修改、改变和替代,并且在一些情况下,可采用实施例的一些特征而没有对应使用其他特征。本领域普通技术人员将认识到许多变化、替代和修改。因此,本发明的范围应仅由所附权利要求限制,并且广义地且以与本文公开的实施例的范围一致的方式解释权利要求是适当的。

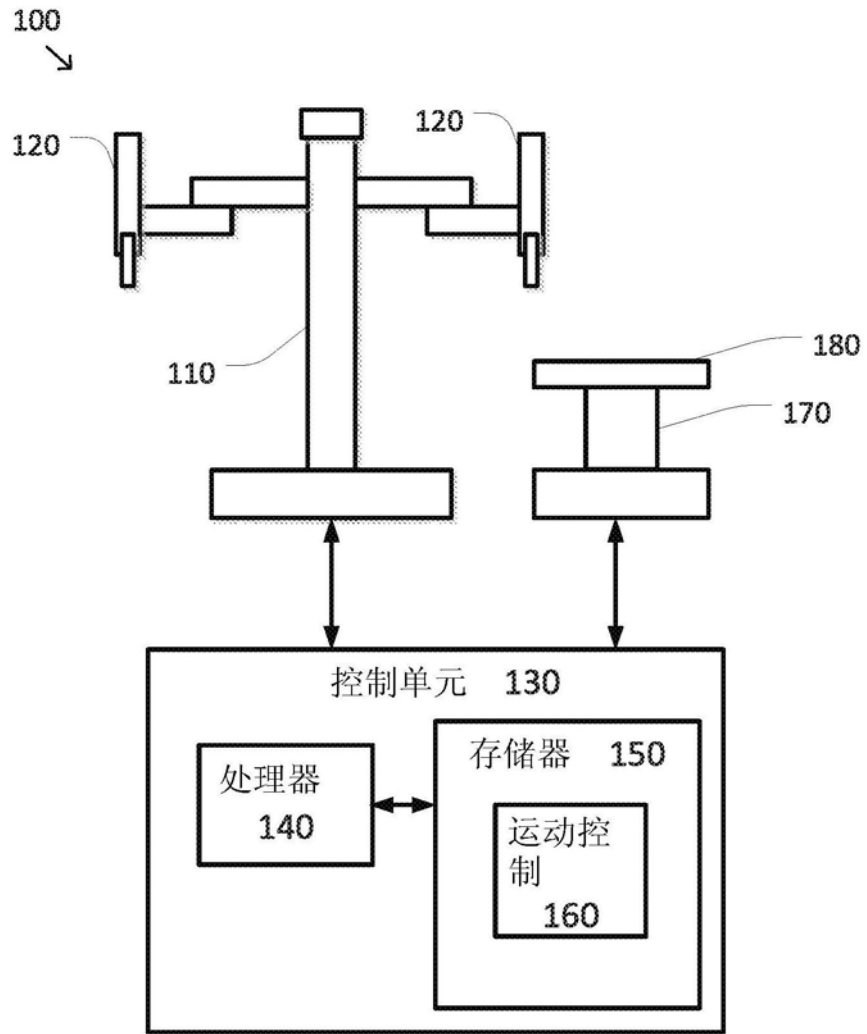


图1

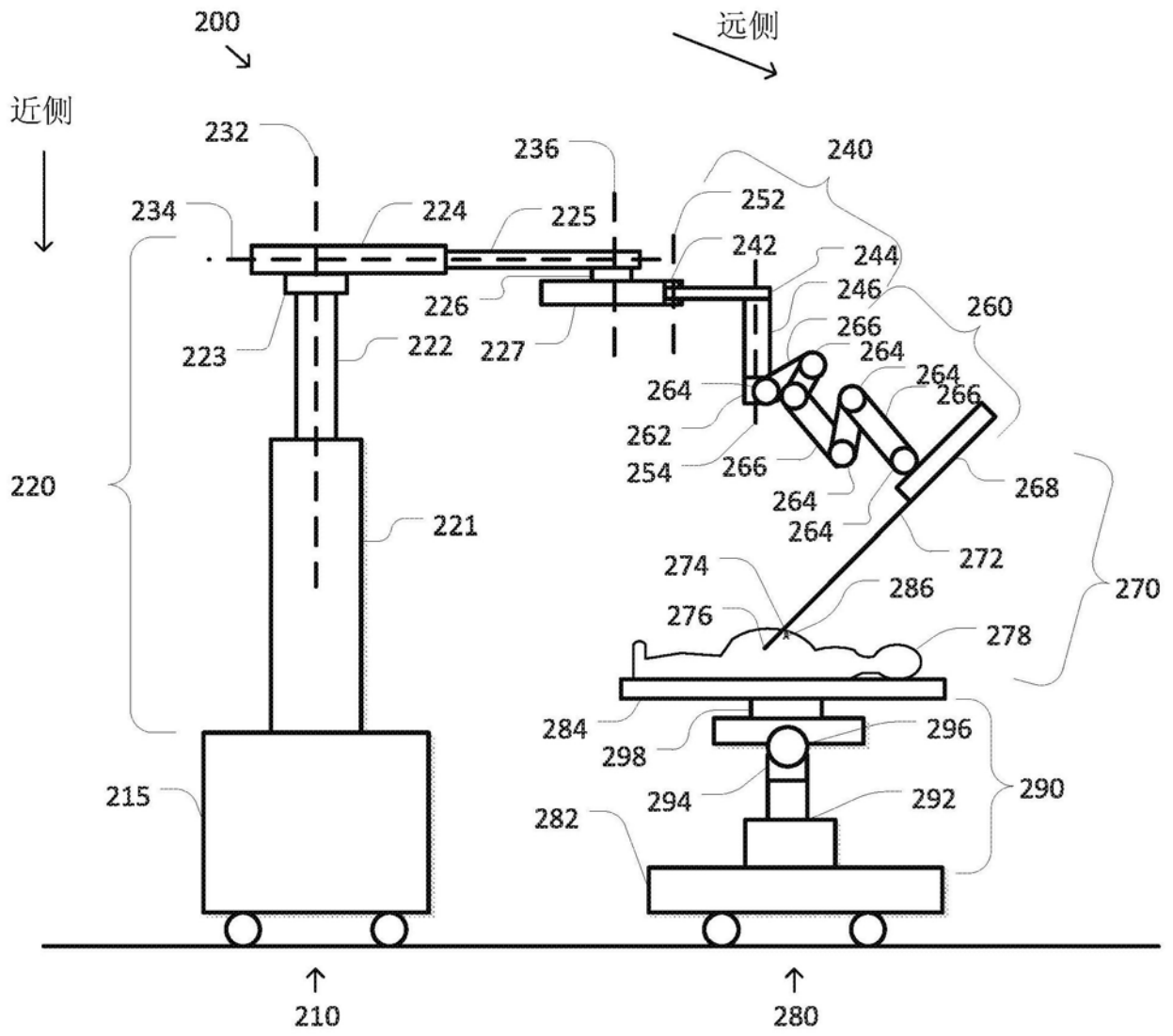


图2

300 ↘

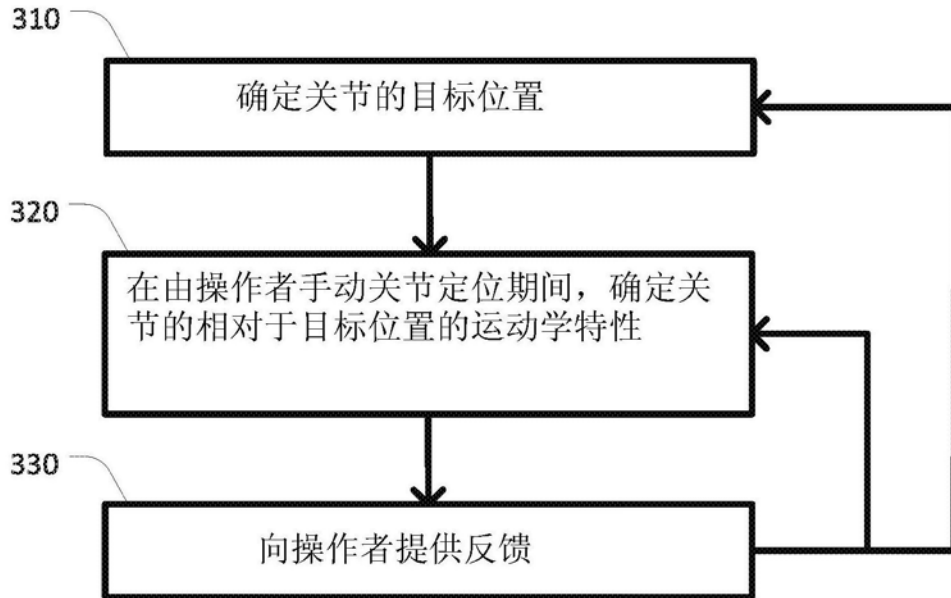


图3

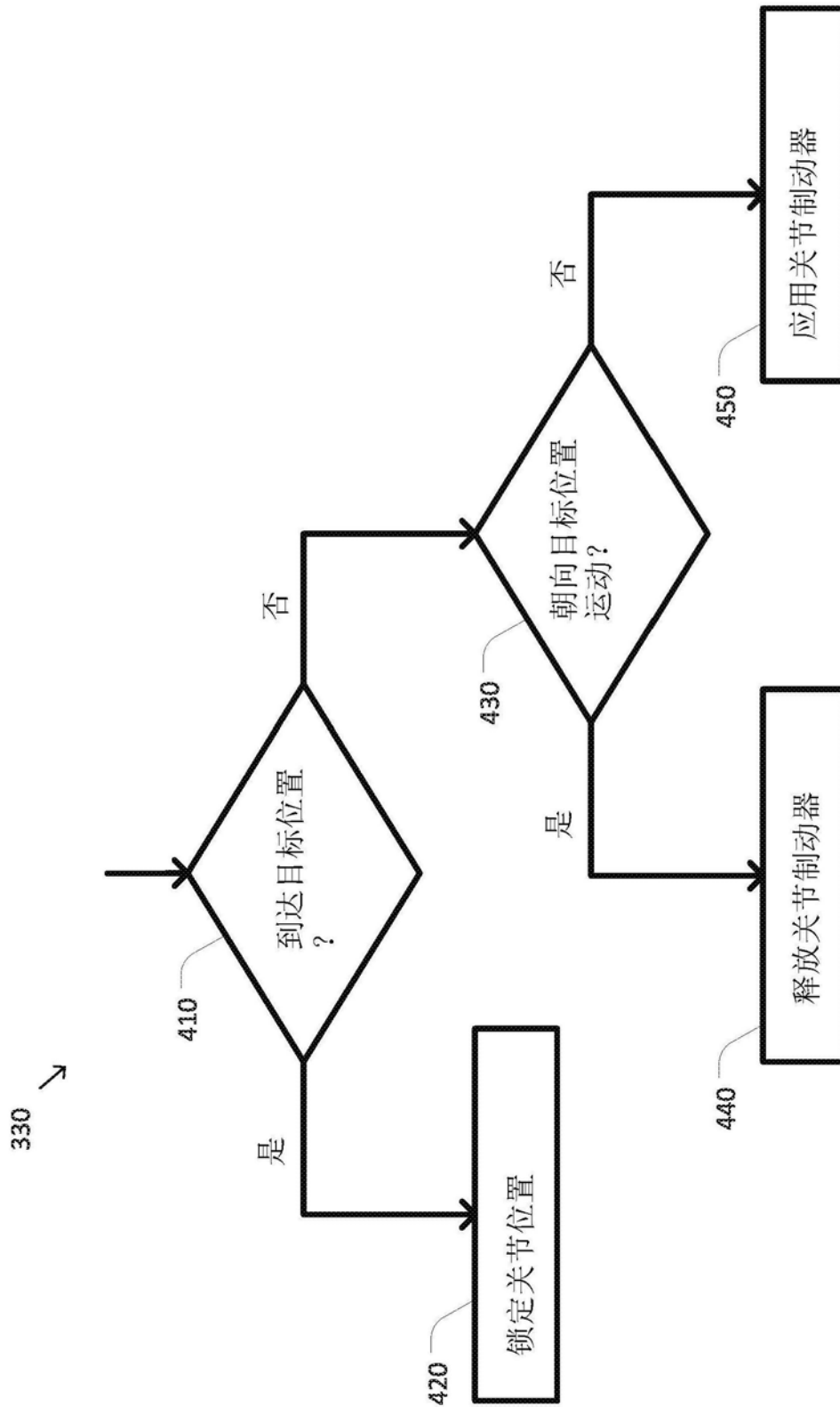


图4