



(10)授权公告号 CN 106102645 B

(45)授权公告日 2019.06.21

(21)申请号 201580014405.3

(22)申请日 2015.03.17

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106102645 A

(43)申请公布日 2016.11.09

(30)优先权数据

61/954,261 2014.03.17 US

62/024,887 2014.07.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.09.14

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/021097 2015.03.17

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/142947 EN 2015.09.24

(73)专利权人 直观外科手术操作公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 N·斯瓦鲁普 P·G·格里菲思

B·D·伊特科维兹

M·哈努斯史克 T·R·尼克松

(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 徐东升 张颖

(51)Int.Cl.

A61B 90/00(2016.01)

(56)对比文件

US 2014/0052155 A1, 2014.02.20,

US 2014/0052153 A1, 2014.02.20,

CN 101106952 A, 2008.01.16,

CN 103533909 A, 2014.01.22,

CN 102892363 A, 2013.01.23,

审查员 江红荣

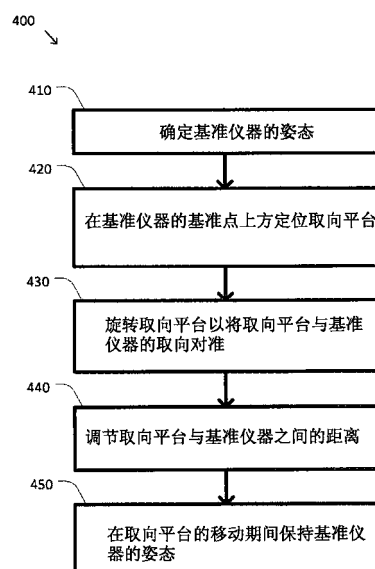
权利要求书3页 说明书10页 附图5页

(54)发明名称

用于与基准靶对准的系统和方法

(57)摘要

一种与基准靶对准的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取向平台、在取向平台近端的一个或多个第一关节、在取向平台远端的一个或多个第二关节、在取向平台远端的一个或多个连杆、由第二关节和连杆耦接到取向平台的基准仪器；以及耦接到第一关节和第二关节的控制单元。该控制单元确定基准仪器的姿态。该姿态包括基准点和基准取向。控制单元进一步使用所述第一关节在基准点上方定位取向平台，使用第一关节旋转取向平台以将取向平台与基准取向对准，并且使用第二关节保持基准仪器的姿态。



1. 一种计算机辅助医疗装置,其包含:  
用于一个或多个铰接臂的安装结构;  
所述安装结构近端的一个或多个第一关节;  
铰接臂,其包括所述安装结构远端的一个或多个第二关节并且配置为将基准仪器耦接到所述安装结构;以及  
控制单元;  
其中所述控制单元:  
确定所述基准仪器的姿态,所述姿态包括基准点和基准取向;  
使用所述第一关节在所述基准点上方定位所述安装结构;  
使用所述第一关节旋转所述安装结构,以将所述安装结构与所述基准取向对准;以及在所述安装结构被取向的同时使用所述第二关节保持所述基准仪器的所述姿态。
2. 根据权利要求1所述的装置,其中所述控制单元进一步调节所述安装结构与所述基准点之间的距离。
3. 根据权利要求2所述的装置,其中所述安装结构包括取向平台。
4. 根据权利要求2所述的装置,其中所述距离被选择以将所述安装结构的工作高度保持在高于所述基准点。
5. 根据权利要求1所述的装置,其中所述基准点是所述基准仪器的远程中心。
6. 根据权利要求1所述的装置,其中所述基准仪器是内窥镜。
7. 根据权利要求1所述的装置,其中所述基准点与病人的手术切口相关联。
8. 根据权利要求1-7中任一项所述的装置,其中所述控制单元进一步锁定一个或多个所述第二关节。
9. 根据权利要求1-7中任一项所述的装置,其中所述控制单元进一步解锁作为非致动关节的所述第二关节中的一个或多个。
10. 根据权利要求1-7中任一项所述的装置,其中所述控制单元释放与被解锁的一个或多个所述第二关节相关联的一个或多个制动。
11. 根据权利要求1-7中任一项所述的装置,其中所述控制单元部分地释放与被解锁的一个或多个所述第二关节相关联的一个或多个制动。
12. 根据权利要求1-7中任一项所述的装置,其中所述控制单元进一步将所述安装结构的形心定位在所述基准点的正上方。
13. 根据权利要求1-7中任一项所述的装置,其中所述控制单元进一步将所述安装结构的旋转中心定位在所述基准点的正上方。
14. 根据权利要求1-7中任一项所述的装置,其中所述控制单元进一步发送一个或多个命令到耦接到所述第一关节的一个或多个第一致动器,以定位和取向所述安装结构。
15. 根据权利要求1-7中任一项所述的装置,其中所述控制单元进一步发送一个或多个命令到耦接到所述第二关节的一个或多个第一致动器,以保持所述基准仪器的所述姿态。
16. 根据权利要求1-7中任一项所述的装置,其中所述控制单元进一步:  
在定位或取向所述安装结构之前,在第一坐标系中确定所述基准仪器的参考变换;  
当所述安装结构被定位和取向时,在所述第一坐标系中确定所述基准仪器的实际变换;

确定所述参考变换与所述实际变换之间的差值;以及

通过基于所述差值驱动所述第二关节而保持所述基准仪器的所述姿态。

17. 根据权利要求16所述的装置,其中所述控制单元进一步将所述差值转换到位于所述第二关节本地的第二坐标系。

18. 根据权利要求16所述的装置,其中所述控制单元进一步基于用于所述第二关节的逆雅可比行列式确定用于所述第二关节的命令。

19. 根据权利要求16所述的装置,其中所述控制单元进一步基于所述第一关节和所述第二关节的位置以及所述计算机辅助医疗装置的一个或多个运动学模型而确定所述参考变换和所述实际变换。

20. 根据权利要求19所述的装置,其中所述第一关节和所述第二关节的所述位置基于来自监测所述第一关节和所述第二关节的一个或多个传感器的读数。

21. 根据权利要求1-7中任一项所述的装置,其中所述控制单元进一步基于所述第一关节和所述第二关节的位置以及所述计算机辅助医疗装置的一个或多个运动学模型而确定所述基准仪器的所述姿态。

22. 根据权利要求21所述的装置,其中所述第一关节和所述第二关节的所述位置基于来自监测所述第一关节和所述第二关节的一个或多个传感器的读数。

23. 根据权利要求1-7中任一项所述的装置,其中所述控制单元进一步将所述安装结构的正面取向矢量与所述基准取向的水平分量对准。

24. 根据权利要求1-7中任一项所述的装置,其中所述第二关节被配置为控制所述基准仪器相对于所述安装结构的滚动、俯仰和偏转。

25. 根据权利要求1-7中任一项所述的装置,其中所述控制单元进一步定位所述安装结构、旋转所述安装结构并且同时保持所述基准仪器的所述姿态。

26. 根据权利要求1-7中任一项所述的装置,进一步包含所述安装结构远端的一个或多个额外的铰接臂,所述额外的铰接臂中的每个包含一个或多个第三关节。

27. 根据权利要求26所述的装置,其中所述控制单元进一步锁定所述第三关节中的一个或多个。

28. 根据权利要求26所述的装置,其中所述控制单元进一步将一个或多个所述第三关节置于悬浮状态。

29. 根据权利要求28所述的装置,其中当一个或多个所述第三关节处于所述悬浮状态时,所述控制单元释放与作为非铰接关节的一个或多个所述第三关节相关联的一个或多个制动。

30. 根据权利要求28所述的装置,其中当一个或多个所述第三关节处于所述悬浮状态时,所述控制单元部分地释放与一个或多个所述第三关节相关联的一个或多个制动。

31. 根据权利要求28所述的装置,其中当一个或多个所述第三关节处于所述悬浮状态时,所述控制单元命令作为致动关节的一个或多个所述第三关节到达各自的实际位置。

32. 根据权利要求28所述的装置,其中当一个或多个所述第三关节处于所述悬浮状态时,所述控制单元命令作为致动关节的一个或多个所述第三关节到达各自的实际速度。

33. 根据权利要求28所述的装置,其中当一个或多个所述第三关节处于所述悬浮状态时,所述控制单元在作为致动关节的一个或多个所述第三关节上引入各自的阻力或扭矩。

34. 根据权利要求28所述的装置, 其中当一个或多个所述第三关节处于所述悬浮状态时, 所述控制单元命令作为致动关节的一个或多个所述第三关节到达各自的实际位置与各自的被命令位置之间的相应的位置。

35. 根据权利要求28所述的装置, 其中当一个或多个所述第三关节处于所述悬浮状态时, 所述控制单元命令作为致动关节的一个或多个所述第三关节到达各自的速度, 该速度低于各自的实际速度。

36. 一种非暂态机器可读介质, 其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所述指令时, 所述指令适于使所述一个或多个处理器执行一种方法, 所述方法包括:

确定所述医疗装置的基准仪器的姿态, 所述姿态包括基准点和基准取向;

使用一个或多个第一关节在所述基准点上定位所述医疗装置的用于一个或多个铰接臂的安装结构, 所述一个或多个第一关节在所述安装结构的近端;

使用所述第一关节取向所述安装结构, 以将所述安装结构与所述基准取向对准; 以及

在所述安装结构被取向的同时使用一个或多个第二关节保持所述基准仪器的所述姿态, 所述一个或多个第二关节在所述安装结构的远端并且在所述基准仪器的近端。

37. 根据权利要求36所述的非暂态机器可读介质, 其中所述方法进一步包含调节所述安装结构与所述基准点之间的距离。

38. 根据权利要求36所述的非暂态机器可读介质, 其中所述基准点是所述基准仪器的远程中心。

39. 根据权利要求36所述的非暂态机器可读介质, 其中所述基准仪器是内窥镜。

40. 根据权利要求36-39中任一项所述的非暂态机器可读介质, 其中所述方法进一步包含解锁作为非致动关节的一个或多个所述第二关节。

41. 根据权利要求36-39中任一项所述的非暂态机器可读介质, 其中所述方法进一步包含:

在定位或取向所述安装结构之前, 在第一坐标系中确定所述基准仪器的参考变换;

当所述安装结构被定位和取向时, 在所述第一坐标系中确定所述基准仪器的实际变换;

确定所述参考变换与所述实际变换之间的差值; 以及

通过基于所述差值驱动所述第二关节而保持所述基准仪器的所述姿态。

42. 根据权利要求36-39中任一项所述的非暂态机器可读介质, 其中所述方法进一步包含将所述安装结构的正面取向矢量与所述基准取向的水平分量对准。

43. 根据权利要求36-39中任一项所述的非暂态机器可读介质, 其中保持所述基准仪器的所述姿态包含控制所述基准仪器相对于所述安装结构的滚动、俯仰和偏转。

44. 根据权利要求36-39中任一项所述的非暂态机器可读介质, 其中定位所述安装结构、取向所述安装结构和保持所述基准仪器的所述姿态被同时执行。

## 用于与基准靶对准的系统和方法

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求2014年3月17日提交的名为“System and Method for Aligning with a Reference Target”的美国临时专利申请No.61/954,261和2014年7月15日提交的名为“System and Method for Aligning with a Reference Target”的美国临时专利申请No.62/024,887的优先权,通过引用将两者以其整体合并于此。

### 技术领域

[0003] 本公开总体涉及具有铰接臂的装置的操作,并且更具体地涉及与基准靶的对准。

### 背景技术

[0004] 越来越多的装置被自主和半自主的电子装置代替。这在手术室、介入病房、重症监护病房、急诊室等当中具有自主和半自主的电子装置的大型阵列的当今的医院中尤为突出。例如,玻璃温度计和水银温度计被电子温度计所代替、现在的静脉滴注管线包括电子监测器和流动调节器,并且传统的手持手术仪器被计算机辅助的医疗装置所代替。

[0005] 这些电子装置对人工操作它们提供了优势和挑战。这些电子装置中的许多可以使一个或多个铰接臂和/或末端执行器能够自主地或半自主地运动。在这些铰接臂和它们的末端执行器可能被使用之前,它们通常被移动到期望的工作位置和取向或移动到期望的工作位置和取向附近。这种移动可以通过使用一个或多个使用者输入控制的遥控操作或远程操作来执行。随着这些电子装置的复杂度的增加并且铰接臂包括大量的自由度,通过遥控操作到期望的工作位置和取向的移动可能变得复杂和/或费时。此外,这些电子装置的操作者可能不总能意识到铰接臂或末端执行器(诸如耦接到这些铰接臂的医疗仪器)中的一个或多个的运动极限。因此,操作者可能不总能提供铰接臂的最佳初始工作位置,该最佳初始工作位置在装配后提供最佳运动范围。

[0006] 因此,期望的是用于铰接臂和其末端执行器的初始定位的改进的方法和系统。

### 发明内容

[0007] 与一些实施例一致,一种计算机辅助的医疗装置包括取向平台、在取向平台近端的一个或多个第一关节、在取向平台远端的一个或多个第二关节、在取向平台远端的一个或多个连杆、由第二关节和连杆耦接到取向平台的基准仪器;以及耦接到第一关节和第二关节的控制单元。该控制单元确定基准仪器的姿态。该姿态包括基准点和基准取向。控制单元进一步使用所述第一关节在基准点上方定位取向平台,使用第一关节旋转取向平台以将取向平台与基准取向对准,并且使用第二关节保持基准仪器的姿态。

[0008] 与一些实施例一致,一种控制医疗装置运动的方法包括确定医疗装置的基准仪器的姿态。该姿态包括基准点和基准取向。该方法进一步包括使用一个或多个第一关节在基准点上方定位该医疗装置的取向平台,使用第一关节旋转取向平台以将取向平台与基准取向对准,并且使用一个或多个第二关节保持基准仪器的姿态。一个或多个第一关节在取向

平台的近端。一个或多个第二关节在取向平台的远端并且在基准仪器的近端。

[0009] 与一些实施例一致,一种非暂态的机器可读介质包含多个机器可读指令,当所述指令被与医疗装置相关的一个或多个处理器执行时,所述指令适于引起一个或多个处理器执行一种方法。该方法包括确定医疗装置的基准仪器的姿态。该姿态包括基准点和基准取向。该方法进一步包括使用一个或多个第一关节在基准点上方定位医疗装置的取向平台,使用第一关节旋转取向平台以将取向平台与基准取向对准,以及使用一个或多个第二关节保持基准仪器的姿态。一个或多个第一关节在取向平台的近端。一个或多个第二关节在取向平台的远端并且在基准仪器的近端。

## 附图说明

[0010] 图1是根据一些实施例的计算机辅助系统的简化示意图。

[0011] 图2是示出根据一些实施例的计算机辅助装置的简化示意图。

[0012] 图3A和3B是示出在根据一些实施例的靶向操作之前和之后图2的取向平台的姿态的俯视图的简化示意图。

[0013] 图4是与根据一些实施例的基准靶对准的方法的简化示意图。

[0014] 图5是在根据一些实施例的取向平台的移动期间保持基准仪器的姿态的过程的简化示意图。

[0015] 在这些视图中,具有相同标识的元素具有相同或相似的功能。

## 具体实施方式

[0016] 在如下的描述中,具体的细节被提出以描述与本公开一致的一些实施例。然而,对本领域技术人员来说明显的是,一些实施例可以在没有这些具体细节中的一些或全部的情况下实施。本文公开的具体实施例意在说明性的而非限制性的。本领域技术人员可以意识到其他元件即使没有在本文中被具体地描述,也落入本公开的范围和精神内。此外,为了避免不必要的重复,关于一个实施例示出并描述的一个或多个特征可以被结合到其他实施例中,除非另有明确描述或如果该一个或多个特征会造成实施例不可行。

[0017] 图1是根据一些实施例的计算机辅助系统100的简化示意图。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的每个可以支撑一个或多个末端执行器。在一些示例中,装置110可以与计算机辅助手术装置一致。一个或多个铰接臂120的每个为手术仪器、成像装置和/或其他类似装置提供支撑。装置110可以进一步耦接到操作者工作站(未示出),操作者工作站可以包括用于操作装置110、一个或多个铰接臂120和/或末端执行器的一个或多个主控制器。在一些实施例中,装置110和操作者工作站可以对应于由加利福尼亚州森尼维尔的直观外科手术操作公司(Intuitive Surgical, Inc)商业化的da Vinci<sup>®</sup>手术系统。在一些实施例中,具有其他配置、更少或更多的铰接臂和/或类似的装置的计算机辅助手术装置可以与计算机辅助系统100一起使用。

[0018] 装置110经由接口被耦接到控制单元130。该接口可以包括一个或多个电缆、连接器和/或总线,并且可以进一步包括具有一个或多个网络交换装置和/或路由装置的一个或多个网络。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。并且虽然示出控制单元130仅具有一个处理器140,但是应当理解的是,处理器140可以代表控制单元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)和/或类似的装置。控制单元130可以作为增加到计算装置的独立的子系统和/或电路板被实施,或作为虚拟机被实施。在一些实施例中,控制单元可以被包括作为操作者工作站的一部分,和/或与操作者工作站分离地操作但是与操作者工作站协同。

[0019] 存储器150可以被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可以包括一种或多种类型的机器可读介质。一些常见形式的机器可读介质可以包括软盘、柔性盘(flexible disk)、硬盘、磁带、任何其他磁性介质、CD-ROM、任何其他光学介质、打孔卡、纸带、具有孔图案的任何其他物理介质、RAM、PROM、电可程序只读存储器(EPROM)、FLASH-EPROM、任何其他存储器芯片或墨盒(cartridge)、和/或处理器或计算机适于从其读取的任何其他介质。

[0020] 如图所示,存储器150包括运动控制应用程序160,运动控制应用程序160可以被用于支持装置110的自主和/或半自主控制。运动控制应用程序160可以包括一个或多个应用程序编程接口(API),这些接口用于接收来自装置110的位置、运动和/或其他传感器信息、与其他装置相关的其他控制单元交换位置、运动和/或避免碰撞信息,和/或规划和/或协助规划装置110、铰接臂120和/或装置110的末端执行器的运动。并且虽然运动控制应用程序160被描述为软件应用程序,但是运动控制应用程序160可以使用硬件、软件和/或硬件与软件的组合被实施。

[0021] 在一些实施例中,计算机辅助系统100可以建立在手术室和/或介入病房中。并且虽然计算机辅助系统100仅包括一个具有两个铰接臂120的装置110,但是一个普通的技术人员将能理解的是,计算机辅助系统100可以包括具有与装置110类似和/或不同设计的具有铰接臂和/或末端执行器的任意数量的装置。在一些示例中,每个装置可以包括更少的或更多的铰接臂和/或末端执行器。

[0022] 图2是示出根据一些实施例的计算机辅助装置200的简化示意图。例如,计算机辅助装置200可以与计算机辅助装置110一致。如图2所示,计算机辅助装置200包括多种连杆和关节。计算机辅助装置通常具有三组不同的连杆和关节。在移动推车210的近端处开始的是装配结构220。耦接到装配结构的远端的是一系列装配关节240。并且耦接到装配关节240的远端的是操纵器260,诸如通用的手术操纵器。在一些示例中,一系列装配关节240和操纵器260可以对应于一个铰接臂120。并且虽然示出计算机辅助装置200仅具有一个系列的装配关节240和对应的操纵器260,但是一个普通的技术人员将会理解的是,计算机辅助装置200可以包括多于一个系列的装配关节240和对应的操纵器260,以便计算机辅助装置200被装配多个铰接臂。

[0023] 如图所示,计算机辅助装置200被安装在移动推车210上。移动推车210使计算机辅助装置200能够从一个地点转移到另一个地点,诸如在手术室之间转移或在手术室内转移到计算机辅助装置200靠近病人病床的更好的位置。装配结构220被安装在移动推车210上。如图2中所示,装配结构220包括两部分立柱,该两部分立柱包括立柱连杆221和222。耦接到立柱连杆222的上端或远端的是肩关节223。耦接到肩关节223的是包括支臂连杆224和225的两部分支臂。腕关节226在支臂连杆225的远端,并且取向平台227耦接到腕关节226。

[0024] 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,姿态)的多种自由度。例如,两部分立柱可以用于通过沿轴线232向上和向下移动肩关节223而调节取向平台227的高度。附加地,取向平台227可以使用肩关节223围绕移动推车210、两部分立柱和轴线232旋转。取向平台227的水平位置也可以使用两部分支臂沿轴线234而被调节。并且取向平台227的取向也可以通过使用腕关节226围绕轴线236的旋转而被调节。因此,由于取向平台227的位置受制于装配结构220中的连杆和关节的运动限制,所以取向平台227的位置可以使用两部分立柱在移动推车210的上方被竖直地调节。取向平台227的位置也可以分别使用两部分支臂和肩关节223围绕移动推车210径向和成角度地调节。并且也可以使用腕关节226改变取向平台227的角度取向。

[0025] 取向平台210可以用作一个或多个铰接臂的安装点。调节取向平台227关于移动推车210的高度、水平位置和取向的能力为关于工作空间诸如位于移动推车210附近的病人定位和取向一个或多个铰接臂提供了灵活的装配结构。图2示出了使用第一装配关节242耦接到取向平台的单铰接臂。并且虽然仅示出一个铰接臂,但是一个普通技术人员将会理解的是,可以使用额外的第一装配关节将多个铰接臂耦接到取向平台227。这个示例将参考图3A和3B被进一步详细描述。

[0026] 第一装配关节242形成铰接臂的装配关节240区段的最近端部分。装配关节240可以进一步包括一系列关节和连杆。如图2所示,装配关节240至少包括连杆244和246,连杆244和246经由一个或多个关节(未清晰地示出)耦接。装配关节240的关节和连杆包括能够使用第一装配关节242相对于取向平台227围绕轴线252旋转装配关节240、相对于取向平台沿轴线254调节连杆246的高度和至少围绕在连杆246的远端处的轴线256旋转操纵器的能力。装配关节240可以进一步包括允许用于相对于取向平台227改变操纵器260的姿态的额外的自由度的额外的关节、连杆和轴线。

[0027] 操纵器260被耦接到装配关节240的远端并且包括允许控制安装在操纵器260的远端处的末端执行器或仪器262的姿态的额外的连杆和关节。操纵器260中的自由度可以至少允许控制仪器262相对于装配关节240的远端的滚动、俯仰和偏转。在一些示例中,操纵器260中的自由度可以进一步包括关于仪器262的纵轴推进和/或撤回仪器262的能力。在一些示例中,装配关节240和操纵器260的自由度可以进一步被控制以便围绕仪器262上的点保持远程中心270。在一些示例中,远程中心270可以对应于病人的手术切口,以便当仪器262被使用时,远程中心270保持静止,从而限制远程中心270处的病人的解剖位置上的压力。在一些示例中,操纵器260可以与通用手术操纵器一致,以便与加利福尼亚州森尼维尔直观外科手术操作公司商业化的da Vinci<sup>®</sup>手术系统一起使用。在一些示例中,仪器262可以是例如内窥镜的成像装置、夹持器、例如烧灼器或手术刀的手术工具和/或类似物。

[0028] 在装配结构220、装配关节240和操纵器260中给出大量自由度的情况下,确定每个关节的最佳位置以便如期望地保持操纵器260的姿态并且更重要的是如期望地保持仪器262的姿态并不总是容易的任务。另外,在计算机辅助装置的操作期间调节操纵器260和仪器262的期望姿态时,应当获得运动和取向范围内的适当的灵活性,以便可以在没有达到装配关节240或操纵器260中任何关节的运动限制范围的情况下获得期望的姿态。为了实现这个目的,装配结构220和取向平台的姿态通常在装配阶段或靶向操作期间被选择,以便装配关节240和操纵器260中的关节被定位为靠近它们各自运动范围的中心,同时建立或保持期

望的仪器262的姿态和/或远程中心270的位置。对于图2的计算机辅助装置200,该计算机辅助装置200可以大致上对应于取向平台227、装配关节240和操纵器260的姿态,以便取向平台227的近似旋转中心点(例如,腕关节226旋转围绕的轴线236)位于远程中心270的正上方,并且取向平台227被旋转,以便第一装配关节242大约在其运动中心附近。在一些示例中,取向平台227的高度可以进一步相对于远程中心270被调节到合适的工作高度。

[0029] 图3A和3B是示出根据一些实施例的在靶向操作之前和之后的图2的取向平台227的姿态的俯视图的简化示意图。图3A示出了计算机辅助装置(诸如计算机辅助装置200)的部分300在靶向操作之前的姿态。图3A中示出的计算机辅助装置的部分300对应于起始于取向平台227处的计算机辅助装置和取向平台227的远端的连杆和关节的那些部分。如图3A所示,四个铰接臂310-340被耦接到取向平台227,但是一个普通技术人员将理解的是,可以使用任意其他数量的铰接臂。四个铰接臂310-340中的每个可以包括不同的装配关节、操纵器和/或仪器。如图所示,四个铰接臂包括两个内部臂320和330,它们位于两个外部臂310与340之间。铰接臂310-340其中之一(通常是内部臂320或330其中之一)上的仪器被选择为用于靶向操作的基准靶。为了说明的简单,铰接臂320上的仪器262被选择作为基准靶,但是其他铰接臂上的任何仪器也可以被选择作为基准靶。

[0030] 在靶向操作开始之前,仪器262和远程中心270通常在工作空间内被定位和取向,以帮助指定工作空间中感兴趣的区域。在一些示例中,仪器262和远程中心270可以相对于病人的解剖位置被定位和/或取向。在一些示例中,仪器262可以被插入经过病人的手术切口,其中远程中心270被定位在手术切口处。在一些示例中,外科医生和/或其他医疗人员可以使用铰接臂320的抓取特征手动地定位和取向仪器262和远程中心270。在一些示例中,仪器262可以对应于内窥镜,而该内窥镜可以朝病人的解剖位置的靶部分被定位和/或取向。一旦仪器262被定位和取向,那么重要的是在靶向操作期间保持该位置和取向,以降低任何伤害病人和/或损坏仪器262的可能性。在一些示例中,为了靶向操作的目的,远程中心270可以相应于仪器262的位置,并且取向轴线360可以相应于仪器262的取向,其中取向轴线360与仪器262的轴线对准。在一些示例中,一旦仪器262被定位和取向,那么外科医生和/或其他医疗人员可以使用位于铰接臂320上和/或操作者控制台处的控制器开始靶向操作。

[0031] 在一些实施例中,靶向操作的一个目的可以是对准取向平台227的旋转中心350,诸如腕关节226的旋转中心,以便旋转中心350位于远程中心270的正上方。靶向操作的其他目的可以是旋转取向平台227,以便取向平台的正面与取向轴线360的水平分量对准。在一些示例中,当取向轴线360是竖直的,该取向目的可以被省略。在一些示例中,正面的取向可以相应于正面取向矢量370。在一些示例中,这个旋转可以将铰接臂310-340取向在它们各自的第一装配关节的运动范围的中心附近。在一些示例中,靶向操作的其他目的可以是相对于远程中心270调节取向平台227的高度以将铰接臂320中的竖直调节关节放置在它们各自的移动范围的中心附近;在取向平台227与远程中心270之间提供合适的工作距离以在不与取向平台227碰撞的情况下允许用于操纵铰接臂320的充足的空间;在取向平台227与远程中心270之间提供合适的分离以保持远程中心270周围的无菌区和/或保持由操作者确定的取向平台227与远程中心270之间预定的距离。

[0032] 图3B示出了因靶向操作引起的计算机辅助装置的部分300的位置和取向的变化。如图所示,取向平台227的旋转中心350被移动,以便旋转中心350与远程中心270竖直地对

准。另外,取向平台227被旋转,以便正面取向矢量370与取向轴线360的水平分量对准。图3B进一步示出了装配关节中的各个关节和铰接臂320的操纵器的位置被改变以补偿仪器262关于取向平台227的相对位置和取向的变化。

[0033] 为了实现这些目的,使用用于监测计算机辅助装置中的关节的位置的传感器和计算机辅助装置的一个或多个运动学模型确定远程中心270的位置和取向轴线360的取向。装配结构中在取向平台227近端的关节被调节以在远程中心270的上方移动旋转中心350并且取向平台227被旋转以将正面取向矢量370与取向轴线360的水平分量对准。在一些示例中,装配结构中的关节可以被调节以改变取向平台227的高度。在一些示例中,当装配结构对应于图2的装配结构220时,也可以通过改变两分支臂的长度和旋转肩关节223来对准旋转中心350,可以使用腕关节226旋转取向平台227,并且可以使用两部分立柱来调节取向平台227的高度。当装配结构被移动时,装配关节中的关节和铰接臂320的操纵器被调节以补偿取向平台227的移动和再次取向。这被完成以保持远程中心270的固定位置和取向轴线360的固定取向,即使仪器262相对于取向平台227的相对位置和取向正在改变。在一些示例中,关节传感器和一个或多个运动学模型和/或逆雅可比行列式转置可以被用于确定装配关节和操纵器中的关节变化。在一些示例中,可以使用来自病人切口和/或通过外科医生和/或其他医疗人员的抗力而进一步保持远程中心270的位置和取向轴线360的取向。此外,其他铰接臂310、330和/或340可以连同取向平台227一起移动。在一些实施例,也可以使用碰撞避免算法来防止铰接臂310-340之间以及铰接臂310-340与取向平台227近端的装配结构之间的碰撞。

[0034] 在一些实施例中,当取向平台227处于运动中时,铰接臂310-340中的一个或多个关节可以被置为悬浮状态。每个处于悬浮状态的关节的自由和/或几乎自由的移动是被允许的。在一些示例中,被置为悬浮状态的关节可以是各自的铰接臂310-340中的关节的子集。在一些示例中,这允许这些关节做出反应以降低和/或减缓施加到各自的铰接臂310-340的外部激励的作用。在一些示例中,处于悬浮状态的每个关节(其为非致动关节)上的制动可以被释放以允许每个非致动关节的运动。在一些示例中,处于悬浮状态中的每个关节(其为致动关节)可以基于来自与铰接的关节和/或铰接臂310-340关联的一个或多个传感器和/或一个或多个运动学模型的值而被命令移动到针对它们各自的关节确定的实际位置和/或实际速度。在一些示例中,将致动关节的反馈控制器的命令位置设定到实际位置和/或将反馈控制器的命令速度设定到实际关节速度给出了如下效果,即致动关节自由地移动,并且当同样施加重力补偿时,也具有表现失重的效果。

[0035] 在一些实施例中,处于悬浮状态的关节的移动可以受制于阻尼。为了在铰接臂处于悬浮状态中时降低和/或防止铰接臂的无限制的移动和/或野蛮移动,置于悬浮状态的一个或多个关节可以受制于某些形式的阻尼运动。例如,将不希望的是,受制于强烈的外部激励诸如硬碰撞的任意铰接臂310-340在没有某些限制的情况下远离该强烈的外部激励而移动。约束铰接臂310-340的悬浮状态移动可以降低由铰接臂的快速移动所造成的伤害和/或损坏的风险。在一些示例中,可以通过部分地释放制动器在非致动关节上实施阻尼移动,以便在非致动关节的移动上施加拖曳。在一些示例中,通过控制用于控制制动器的信号的一个或多个电压、电流、空占比和/或类似参数,可以部分地释放制动。在一些示例中,通过基于运动方向命令致动关节在实际位置之后移动一部分距离、通过在不明显影响反馈控制器

的稳定裕度的情况下增加反馈控制器中的微分常数,和/或通过在致动关节的制动器上引入反向电流和/或电压以仿真阻力和/或扭矩,可以在致动关节上实施阻尼运动。在一些示例中,可以通过将致动关节的速度命令为低于基于对应传感器值确定的关节速度的值而将阻尼运动实施在致动关节上。

[0036] 图4是与根据一些实施例的基准靶对准的方法400的简化的示意图。方法400的过程410-450的一个或多个可以至少部分地以储存在非暂态的有形机器可读介质上的可执行代码的形式被实施,当该代码被一个或多个处理器(例如,控制单元130中的处理器140)运行时,可以使得一个或多个处理器执行一个或多个过程410-450。在一些实施例中,方法400可以被应用程序执行,诸如运动控制应用程序160。在一些实施例中,方法400可以被用于调节装配结构中的各种关节和连杆、装配关节和/或计算机辅助装置的操纵器关节的位置和/或取向,同时保持基准仪器的姿态(位置和取向)。

[0037] 在过程410处,基准仪器的姿态被确定。用于方法400的对准或靶向操作的基准靶基于基准仪器的姿态(位置和取向)。基准仪器通常位于计算机辅助装置的铰接臂的远端。在一些示例中,与铰接臂和计算机辅助装置的关节和连杆关联的一个或多个传感器以及铰接臂和计算机辅助装置的一个或多个运动学模型可以被用于确定基准仪器的位置和取向。在一些示例中,基准仪器的姿态可以根据基准仪器上的基准点和基准仪器的基准取向被确定。在一些示例中,基准仪器可以通过计算机辅助装置的操作者被预先手动或使用计算机辅助地摆好姿态。在一些示例中,操作者可以使用一个或多个控制输入初始确定基准仪器的姿态。在一些示例中,铰接臂可以是铰接臂320,而基准仪器可以是仪器262,其中基准仪器的姿态通过远程中心270和取向轴线360确定。

[0038] 在过程420处,取向平台被定位在基准仪器的基准点的上方。为了更好地将取向平台定位在计算机辅助装置的期望的工作空间上方,在取向平台近端的计算机辅助装置的一个或多个关节被命令以移动计算机辅助装置的取向平台,以便该取向平台被定位在过程410期间确定的基准点的上方。在一些示例中,取向平台可以被移动以便将取向平台上或其附近的预定点定位在基准点的正上方。在一些示例中,该预定点可以与取向平台上的形心和/或其他中心点和/或取向平台可以围绕其旋转的轴线相关联。在一些示例中,取向平台的定位可以包括调节取向平台相对于计算机辅助装置的中心立柱的水平距离和/或角度位置。在一些示例中,一个或多个运动学模型和/或运动平面算法可以被用于确定一个或多个移动和/或被发送到计算机辅助装置的一个或多个致动器的定位命令。在一些示例中,当计算机辅助装置是计算机辅助装置200时,装配结构220中的一个或多个关节可以被命令以在远程中心上方水平地定位取向平台227。在一些示例中,过程420可以包括在远程中心270上方定位旋转中心350。

[0039] 在过程430处,取向平台被旋转以将取向平台与基准仪器的取向对准。为了提供基准仪器中增大的运动范围,取向平台可以被旋转以将取向平台与过程410期间确定的基准仪器的取向对准。在一些示例中,取向平台可以被旋转以将取向平台的预定的取向矢量与基准仪器的取向对准。在一些示例中,取向平台可以围绕其旋转轴线旋转,以便附连有基准仪器的铰接臂中的第一装配关节处于其旋转运动范围或在其旋转运动范围附近。在一些示例中,可以使用一个或多个旋转关节诸如位于取向平面近端的腕关节旋转取向平台。在一些示例中,一个或多个运动学模型和/或运动平面算法可以被用于确定一个或多个移动和/

或被发送到计算机辅助装置的一个或多个致动器的定位命令。在一些示例中,过程430可以与过程420同时执行。在一些示例中,当基准仪器的取向不包括水平分量时,过程430可以被省略。在一些示例中,当计算机辅助装置是计算机辅助装置200时,取向平台227可以使用腕关节226围绕轴线236和旋转中心350旋转,以便将正面取向矢量370与取向轴线360的水平分量对准。

[0040] 在可选过程440处,取向平台与基准仪器之间的距离可以被调节。在一些示例中,取向平台上的预定点与基准仪器的基准点之间的距离可以被调节。在一些示例中,取向平台的距离可以被调节以将铰接臂中的关节放置在它们各自运动范围的中心附近,以降低铰接臂和/或基准仪器与计算机辅助装置的装配结构之间的碰撞的可能性,从而帮助在基准仪器周围保持无菌区和/或保持由操作者确定的预定距离。在一些示例中,该距离可以是在过程410期间确定的基准点与在过程420期间对准的预定点之间的竖直距离。在一些示例中,可以使用位于取向平台近端的一个或多个关节来调节取向平台与基准仪器之间的距离。在一些示例中,一个或多个运动学模型和/或运动平面算法可以被用于确定一个或多个移动和/或被发送到计算机辅助装置的一个或多个致动器的定位命令。在一些示例中,过程440可以与过程420和/或430同时被执行。

[0041] 在过程450处,在取向平台的移动期间保持基准仪器的姿态。当取向平台在过程420、430和/或440期间被移动时,基准仪器相对于用于计算机辅助装置的工作空间的姿态被保持。虽然基准仪器相对于取向平台的位置和/或取向可以改变,但是该姿态仍被保持。这可以通过响应于在取向平台近端的在过程420、430和/或440期间被命令的一个或多个关节的移动来调节取向平台远端的铰接臂的一个或多个关节而被实现。

[0042] 如上所述以及本文进一步的强调,图4仅是示例,其不应当过度地限制权利要求的范围。本领域的一个普通技术人员将认识到许多变体、替换物和修改。根据一些实施例,过程420-450的一个或多个可以被同时执行。根据一些实施例,附加条件可以导致方法400的提前结束,诸如通过将计算机辅助装置的控制返回给操作者和/或通过暂停计算机辅助装置的操作。在一些示例中,附加条件可以包括不具有以下能力,即不能使用操作者工作站和/或铰接臂上的一个或多个控制器而自操作者的人工干预和/或忽略操作者来完成期望的移动,不能使用一个或多个安全互锁检测操作者与操作者工作站断开,不能定位计算机辅助装置中的追踪误差、系统故障和/或类似物。在一些示例中,由于在计算机辅助装置的连杆和/或关节中检测到即将来临的碰撞、在计算机辅助装置的一个或多个关节中的运动范围限制、当在过程450期间保持基准仪器的姿态时不能够定位和/或取向所述取向平台和/或类似物,因此不可能实现期望的移动。在一些示例中,方法400的过早结束可导致错误通知被发送给操作者。在一些示例中,该错误通知可以包括文本消息、音频指示器、语音短语和/或类似物。

[0043] 图5是在根据一些实施例的取向平台的移动期间保持基准仪器的姿态的过程450的简化的示意图。当取向平台在过程420、430和/或440期间被定位和取向时,取向平台的移动影响取向平台远端的铰接臂的每个连杆和关节,包括基准仪器。当这些移动引入基准仪器的姿态的变化时,过程510-550补偿那些变化,以便保持基准仪器的姿态。

[0044] 在过程510处,基准仪器的参考变换被确定。在过程420、430和/或440期间开始移动之前,计算机辅助装置的一个或多个运动学模型被用于确定基准仪器的参考变换。在一

些示例中,一个或多个运动学模型可以包括用于在取向平台近端的装配结构、在取向平台远端的装配关节和/或附连有基准仪器的操纵器的一个或多个运动学模型。在一些示例中,参考变换可以在用于计算机辅助装置的世界坐标系中和/或基准仪器作为其一部分的工作空间中对基准仪器的姿态建模。

[0045] 在过程520处,基准仪器的实际变换被确定。当在过程420、430和/或440期间命令取向平台近端的关节时,由于基准仪器在取向平台的远端,所以基准仪器的姿态开始变化。取向平台近端的关节中的关节位置和/或角度中的被命令的变化被监控并且一个或多个运动学模型被再次应用,以确定基准仪器的实际变换。实际变换表示过程420、430和/或440的移动如何趋于将基准仪器移动远离其期望的姿态。

[0046] 在过程530处,实际变换与参考变换之间的差值被确定。实际变换与参考变换之间的差值表示可能引入基准仪器的姿态的误差,除非这些误差被取向平台远端的关节中的关节位置和/或角度的变化而补偿。在一些示例中,可以通过减去相应的动作和参考变换的矩阵表示和/或矢量表示而确定该差值。

[0047] 在过程540处,根据该差值确定补偿关节变化。使用在过程530期间确定的实际变换与参考变换之间的差值,一个或多个补偿关节变化被确定。因为补偿关节位于取向平台的远端,所以实际变换与参考变换之间的差值从实际变换和参考变换的世界坐标系被映射到基于补偿关节的局部坐标系。实际上,这是从世界坐标系的基准仪器的绝对姿态中的误差到基准仪器与补偿关节最近端之间的姿态中的相对误差的变换。在一些示例中,一个或多个运动学模型可以被用于将这些差值变换到局部坐标系。在一些示例中,补偿关节可以包括一个或多个操纵器关节。在一些示例中,补偿关节可以进一步包括在取向平台与操纵器之间的一个或多个装配关节。一旦确定了姿态中的相对误差,那么它们可以被用于确定补偿关节变化。在一些示例中,逆雅可比行列式可以被用于将相对误差映射到补偿关节变化。在一些示例中,补偿关节变化可以包括用于补偿关节的关节速度。

[0048] 在过程550处,补偿关节被驱动。根据过程540期间确定的补偿关节变化,一个或多个命令被发送到补偿关节中的一个或多个致动器。发送到补偿关节的命令校正由取向平台近端的关节中的移动引入的基准仪器的姿态中的误差,以便在世界坐标系中基准仪器的姿态被保持在最小误差。只要过程420、430和/或440继续改变取向平台的位置和/或取向,那么过程520-550就被重复以补偿引入基准仪器的姿态中的任意误差。

[0049] 如上所述以及本文进一步强调的,图5仅是示例,其不应当过度地限制权利要求的范围。本领域一个普通技术人员将认识到许多变体、替换物和修改。根据一些实施例,补偿关节可以包括装配关节和/或操纵器中的关节的子集。在一些示例中,补偿关节可以仅包括操纵器的滚动关节、俯仰关节和偏转关节。在一些示例中,操纵器中的其他关节和/或装配关节可以被锁定以防止在过程510-550期间的相对移动。在一些示例中,在过程510-550期间,取向平台远端的装配关节和/或操纵器的一个或多个非致动关节可以不被锁定和/或被置于悬浮状态,以便基准仪器的姿态中的误差可以至少部分地通过未锁定的关节的变化而减小。在一些示例中,未锁定的关节中的变化可以减小补偿关节被驱动的量。在一些示例中,使用来自病人切口的阻力和/或通过计算机辅助装置的操作者,基准仪器的姿态可以被至少部分地保持。

[0050] 控制单元(诸如控制单元130)的一些示例可以包括非暂态的有形机器可读介质,

该介质包括可执行代码,当被一个或多个处理器(例如,处理器140)执行时,该代码使得一个或多个处理器执行方法400的过程。一些常见形式的机器可读介质可以包括方法400的过程,例如软盘、柔性盘、硬盘、磁带、任何其他磁性介质、CD-ROM、任何其他光学介质、打孔卡、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墨盒和/或处理器或计算机适于从其读取的任何其他介质。

[0051] 虽然已经示出且描述了说明性实施例,但是在之前的公开中以及在一些示例中可以预见大范围的修改、变化和替代物,这些实施例的一些特征可以在没有其他特征的相应使用的情况下而被应用。本领域的一个普通技术人员将认识到许多变体、替换物和修改。因此,本发明的范围应当只由所附权利要求限定,并且应当理解的是,权利要求被视为被宽泛地并且以与本文公开的实施例的范围一致的方式而构造。

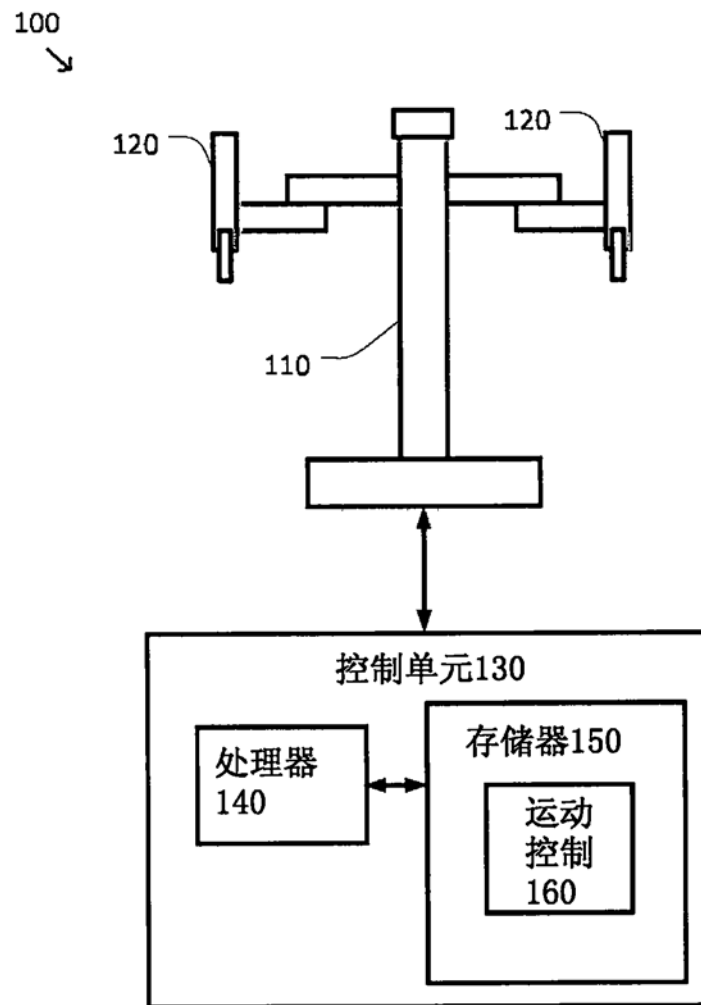


图1

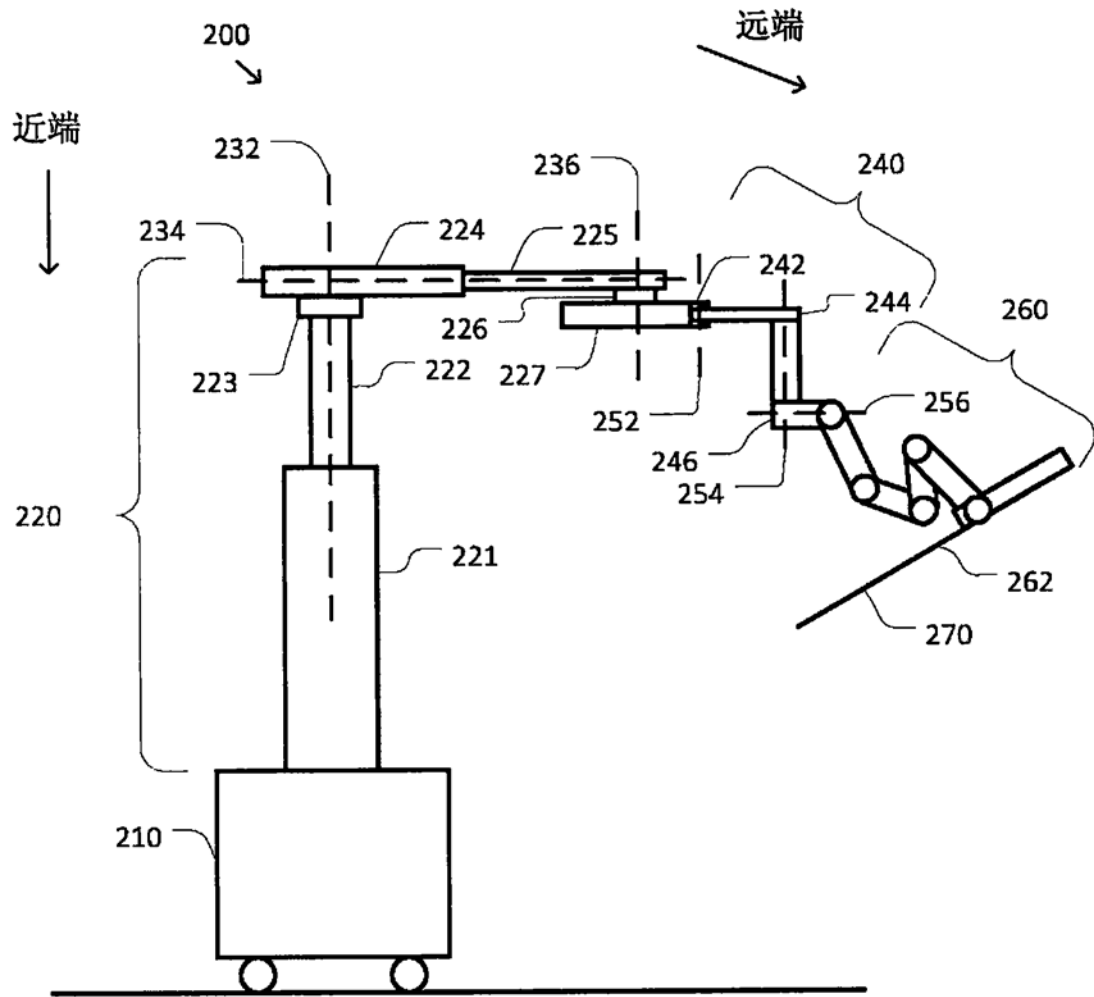


图2

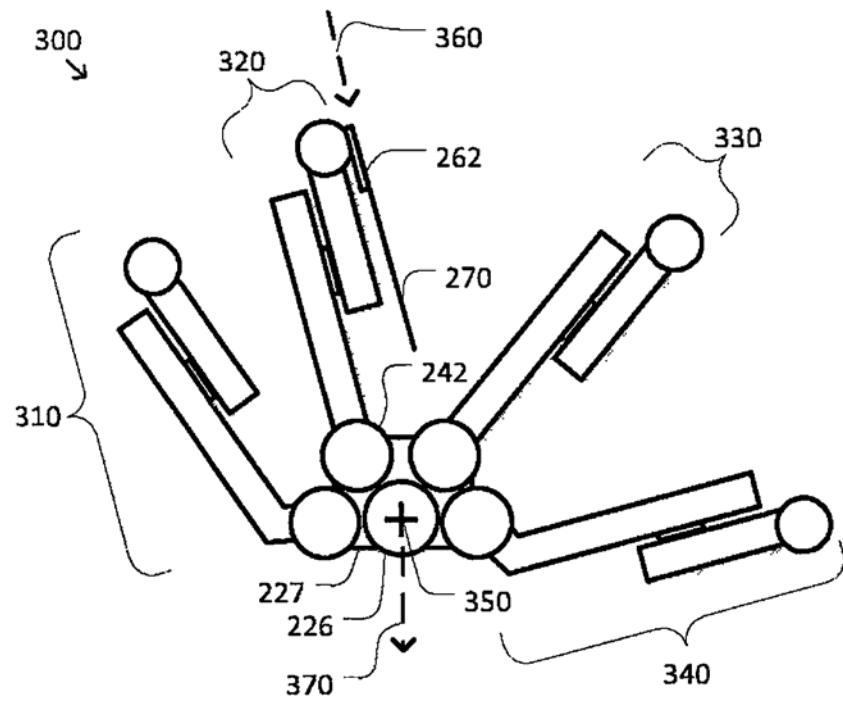


图3A

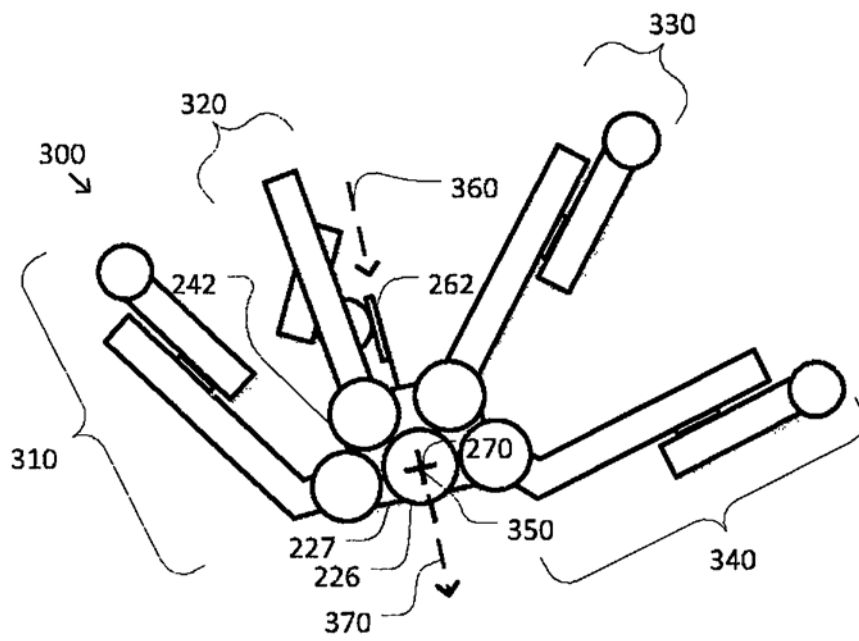


图3B

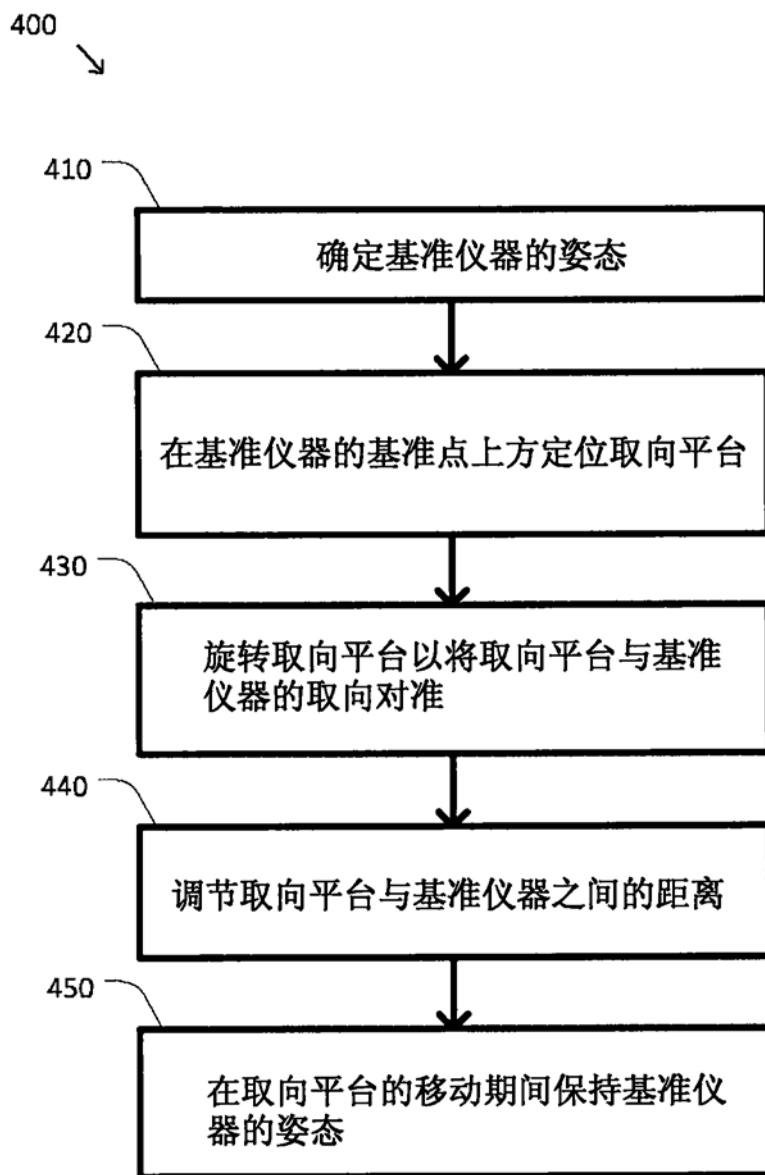


图4

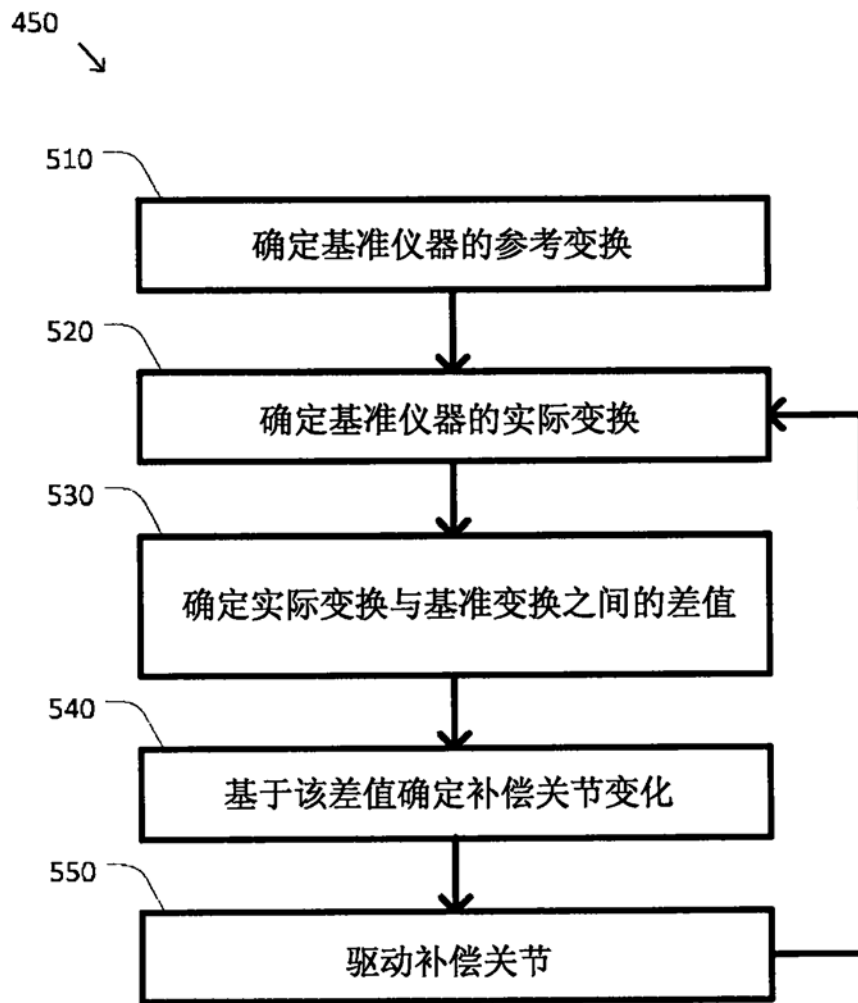


图5

|                |                                                                                                                           |         |            |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 用于与基准靶对准的系统和方法                                                                                                            |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN106102645B</a>                                                                                              | 公开(公告)日 | 2019-06-21 |
| 申请号            | CN201580014405.3                                                                                                          | 申请日     | 2015-03-17 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 直观外科手术操作公司                                                                                                                |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 直观外科手术操作公司                                                                                                                |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 直观外科手术操作公司                                                                                                                |         |            |
| [标]发明人         | N斯瓦鲁普<br>PG格里菲思<br>BD伊特科维兹<br>M哈努斯史克<br>TR尼克松                                                                             |         |            |
| 发明人            | N·斯瓦鲁普<br>P·G·格里菲思<br>B·D·伊特科维兹<br>M·哈努斯史克<br>T·R·尼克松                                                                     |         |            |
| IPC分类号         | A61B90/00                                                                                                                 |         |            |
| CPC分类号         | A61B34/30 A61B1/00149 A61B34/70 A61B2017/00017 A61B2034/2059 A61B2034/301 A61B2034/304 A61B2034/305 B25J9/1607 B25J9/1633 |         |            |
| 代理人(译)         | 徐东升<br>张颖                                                                                                                 |         |            |
| 优先权            | 61/954261 2014-03-17 US<br>62/024887 2014-07-15 US                                                                        |         |            |
| 其他公开文献         | CN106102645A                                                                                                              |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>                                                                            |         |            |

#### 摘要(译)

一种与基准靶对准的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取向平台、在取向平台近端的一个或多个第一关节、在取向平台远端的一个或多个第二关节、在取向平台远端的一个或多个连杆、由第二关节和连杆耦接到取向平台的基准仪器；以及耦接到第一关节和第二关节的控制单元。该控制单元确定基准仪器的姿态。该姿态包括基准点和基准取向。控制单元进一步使用所述第一关节在基准点上方定位取向平台，使用第一关节旋转取向平台以将取向平台与基准取向对准，并且使用第二关节保持基准仪器的姿态。

