



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106132345 B

(45)授权公告日 2019.05.31

(21)申请号 201580014636.4

P·G·格里菲思 G·林奇

(22)申请日 2015.03.17

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106132345 A

代理人 徐东升 张颖

(43)申请公布日 2016.11.16

(51)Int.Cl.

A61B 90/00(2016.01)

A61B 34/10(2016.01)

(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

2016.09.18

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/021089 2015.03.17

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/142943 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

(56)对比文件

US 2011276059 A1,2011.11.10,

US 5465037 A,1995.11.07,

EP 1642690 A2,2006.04.05,

WO 2014028702 A1,2014.02.20,

EP 1234641 A1,2002.08.28,

US 7819859 B2,2010.10.26,

US 2013325029 A1,2013.12.05,

US 2014039681 A1,2014.02.06,

审查员 江磊

(72)发明人 B·D·伊特科维兹 N·斯瓦鲁普

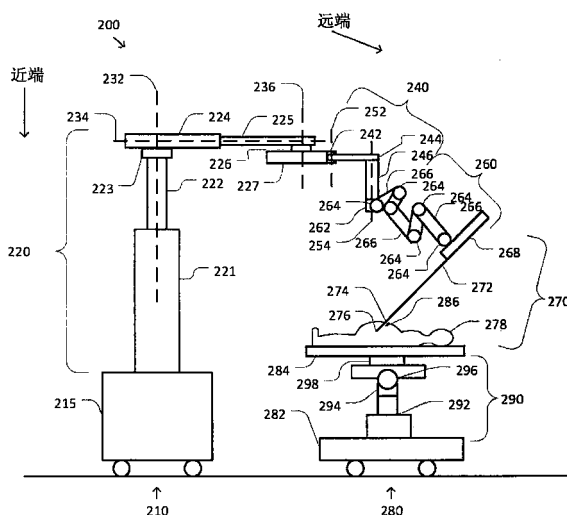
权利要求书3页 说明书14页 附图4页

(54)发明名称

用于保持工具姿态的系统和方法

(57)摘要

一种保持用于计算机辅助医疗装置的工具姿态的系统和方法,所述计算机辅助医疗装置具有包括一个或多个第一关节和一个或多个第二关节的铰接臂;在所述第一关节和所述第二关节的远端的工具以及被耦合到所述第一关节和所述第二关节的控制单元。所述控制单元在移动所述第一关节期间通过以下步骤使用所述第二关节来保持所述工具的姿态:确定用于所述工具的参考坐标框架、在移动所述第一关节之前确定所述参考坐标框架中的所述工具的参考变换、在所述第一关节被移动时确定所述参考坐标框架中的所述工具的实际变换、确定所述参考变换与所述实际变换之间的差异以及基于所述差异通过驱动所述第二关节来保持所述工具的所述姿态。



1. 一种计算机辅助医疗装置,其包括:

铰接臂,其包括一个或多个第一关节和一个或多个第二关节,所述铰接臂配置为保持在所述一个或多个第一关节和所述一个或多个第二关节的远端的工具;以及

控制单元,其被耦连到所述一个或多个第一关节和所述一个或多个第二关节;

其中在移动所述一个或多个第一关节期间,所述控制单元通过以下步骤使用所述一个或多个第二关节来保持所述工具的位置和取向:

确定用于所述工具的参考坐标框架;

在移动所述一个或多个第一关节之前确定所述参考坐标框架中的所述工具的参考变换;

在所述一个或多个第一关节正被移动时,确定所述参考坐标框架中的所述工具的实际变换;

确定所述参考变换与所述实际变换之间的差异;以及

基于所述差异通过驱动所述一个或多个第二关节来保持所述工具的所述位置和取向。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中所述控制单元通过将所述差异转变为所述一个或多个第二关节本地的第二坐标框架而进一步保持所述工具的所述位置和取向。

3. 根据权利要求1所述的装置,其中所述控制单元基于用于所述一个或多个第二关节的逆雅可比行列式通过确定用于所述一个或多个第二关节的命令而进一步保持所述工具的所述位置和取向。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的装置,其中所述控制单元基于所述一个或多个第一关节的位置、一个或多个第二关节的位置与所述计算机辅助医疗装置的一个或多个运动学模型通过确定所述参考变换和所述实际变换来进一步保持所述工具的所述位置和取向。

5. 根据权利要求4所述的装置,其中所述控制单元基于来自监测所述一个或多个第一关节和一个或多个第二关节的一个或多个传感器的读数通过确定所述一个或多个第一关节的所述位置和一个或多个第二关节的所述位置而进一步保持所述工具的所述位置和取向。

6. 根据权利要求1-3中任一项所述的装置,其中所述一个或多个第二关节被配置为控制所述工具相对于所述参考坐标框架的横摇、俯仰以及偏转。

7. 根据权利要求1-3中任一项所述的装置,其中所述参考坐标框架与所述铰接臂的远程中心关联。

8. 根据权利要求1-3中任一项所述的装置,其中所述参考坐标框架相对于用于所述计算机辅助医疗装置的世界坐标系被固定。

9. 根据权利要求1-3中任一项所述的装置,其中所述参考坐标框架与外科手术台的顶部关联,患者被定位在所述外科手术台的所述顶部上。

10. 根据权利要求1-3中任一项所述的装置,其中所述工具是虚拟工具。

11. 根据权利要求1-3中任一项所述的装置,其中所述控制单元基于所述一个或多个第一关节的所述移动的原因通过确定用于所述工具的所述参考坐标框架来进一步保持所述工具的所述位置和取向。

12. 根据权利要求11所述的装置,其中当所述一个或多个第一关节的所述移动是由于患者的移动时,所述参考坐标框架与所述铰接臂的远程中心关联。

13. 根据权利要求12所述的装置, 其中所述铰接臂的所述远程中心位于其中所述铰接臂被对接到所述患者的切口处。

14. 根据权利要求12所述的装置, 其中所述患者的移动是由于外科手术台的移动。

15. 根据权利要求11所述的装置, 其中当所述一个或多个第一关节的所述移动是由于包括以下各项的组中选择的原因时, 所述参考坐标框架相对于所述计算机辅助医疗装置的世界坐标框架被固定: 所述铰接臂的受控运动、所述铰接臂的手动重新定位、由所述铰接臂的碰撞所引发的运动和所述一个或多个第一关节的一个或多个制动或锁定的释放。

16. 根据权利要求1-3中任一项所述的装置, 其中所述一个或多个第二关节中的每个与所述铰接臂的操纵器关联。

17. 根据权利要求1-3中任一项所述的装置, 其中所述一个或多个第二关节中的每个在所述一个或多个第一关节的每个的远端。

18. 根据权利要求1-3中任一项所述的装置, 其中所述控制单元通过组合所述参考变换的逆和所述实际变换来确定所述参考变换与所述实际变换之间的所述差异。

19. 一种补偿计算机辅助装置的铰接臂的运动的方法, 所述方法包括:

确定所述计算机辅助装置的工具的位置和取向; 以及

在移动所述工具近端的铰接臂的一个或多个第一关节期间, 通过以下步骤使用所述工具近端的一个或多个第二关节来保持所述工具的所述位置和取向:

确定用于所述工具的参考坐标框架;

在移动所述一个或多个第一关节之前确定所述参考坐标框架中的所述工具的参考变换;

在所述一个或多个第一关节被移动时, 确定所述参考坐标框架中的所述工具的实际变换;

确定所述参考变换与所述实际变换之间的差异; 以及

基于所述差异通过驱动所述第二关节来保持所述工具的所述位置和取向。

20. 根据权利要求19所述的方法, 其中保持所述工具的所述位置和取向包括将所述差异转变为所述一个或多个第二关节本地的第二坐标框架。

21. 根据权利要求19或20所述的方法, 其中保持所述工具的所述位置和取向包括基于所述一个或多个第一关节的位置、一个或多个第二关节的位置以及所述计算机辅助装置的一个或多个运动学模型来确定所述参考变换和所述实际变换。

22. 根据权利要求19或20所述的方法, 其中所述参考坐标框架与所述铰接臂的远程中心关联。

23. 根据权利要求19或20所述的方法, 其中所述参考坐标框架相对于用于所述计算机辅助装置的世界坐标系被固定。

24. 根据权利要求19或20所述的方法, 其中当所述一个或多个第一关节的所述移动是由于包括以下各原因的组中选择的原因时, 所述参考坐标框架相对于所述计算机辅助装置的世界坐标框架被固定: 所述铰接臂的受控运动、所述铰接臂的手动重新定位、由所述铰接臂的碰撞所引发的运动和所述一个或多个第一关节的一个或多个制动或锁定的释放。

25. 根据权利要求19或20所述的方法, 其中所述参考坐标框架与台的顶部关联。

26. 根据权利要求19或20所述的方法, 其中保持所述工具的所述位置和取向包括基于

所述一个或多个第一关节的移动的原因来确定用于所述工具的所述参考坐标框架。

27. 一种包括多个机器可读指令的非瞬态机器可读介质, 当由与医疗装置关联的一个或多个处理器来实施时, 所述机器可读指令适于使所述一个或多个处理器执行包括以下步骤的方法:

确定所述医疗装置的工具的位置和取向; 以及

在移动所述工具近端的铰接臂的一个或多个第一关节期间通过以下步骤使用所述工具近端的一个或多个第二关节来保持所述工具的所述位置和取向:

确定用于所述工具的参考坐标框架;

在移动所述一个或多个第一关节之前确定所述参考坐标框架中的所述工具的参考变换;

在所述一个或多个第一关节被移动时, 确定所述参考坐标框架中的所述工具的实际变换;

确定所述参考变换与所述实际变换之间的差异; 以及

基于所述差异通过驱动所述第二关节来保持所述工具的所述位置和取向。

28. 根据权利要求27所述的非瞬态机器可读介质, 其中保持所述工具的所述位置和取向包括将所述差异转变为所述第二关节本地的第二坐标框架。

29. 根据权利要求27或28所述的非瞬态机器可读介质, 其中保持所述工具的所述位置和取向包括基于所述一个或多个第一关节的位置、一个或多个第二关节的位置以及所述医疗装置的一个或多个运动学模型来确定所述参考变换和所述实际变换。

30. 根据权利要求27或28所述的非瞬态机器可读介质, 其中所述参考坐标框架与所述铰接臂的远程中心关联。

31. 根据权利要求27或28所述的非瞬态机器可读介质, 其中所述参考坐标框架相对于用于所述医疗装置的世界坐标系被固定。

32. 根据权利要求27或28所述的非瞬态机器可读介质, 其中当所述一个或多个第一关节的所述移动是由于患者的移动时, 所述参考坐标框架与所述铰接臂的远程中心关联。

33. 根据权利要求32所述的非瞬态机器可读介质, 其中所述铰接臂的所述远程中心位于其中所述铰接臂被对接到所述患者的切口处。

34. 根据权利要求32所述的非瞬态机器可读介质, 其中所述患者的移动是由于外科手术台的移动。

35. 根据权利要求27或28所述的非瞬态机器可读介质, 其中当所述一个或多个第一关节的移动是由于包括以下各原因的组中选择的原因时, 所述参考坐标框架相对于所述医疗装置的世界坐标框架被固定: 所述铰接臂的受控运动、所述铰接臂的手动重新定位、由所述铰接臂的碰撞所引发的运动或所述一个或多个第一关节的一个或多个制动或锁定的释放。

36. 根据权利要求27或28所述的非瞬态机器可读介质, 其中所述参考坐标框架与外科手术台的顶部关联, 患者被定位在所述外科手术台的所述顶部上。

37. 根据权利要求27或28所述的非瞬态机器可读介质, 其中保持所述工具的所述位置和取向包括基于所述一个或多个第一关节的所述移动的原因来确定用于所述工具的所述参考坐标框架。

用于保持工具姿态的系统和方法

[0001] 相关申请

[0002] 本公开要求于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62/024,887以及于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61/954,261的优先权,这两个申请通过引用以其整体并入本文。本公开也涉及同时提交的律师案号为ISRG06930PROV2/US/70228.498US01的名为“System and Method for Integrated Surgical Table”的美国临时专利申请、同时提交的律师案号为ISRG07010PROV/US/70228.490US01的名为“System and Method for Reducing Tool Disturbances”的临时专利申请以及同时提交的律师案号为ISRG06230PCT/70228.422W001的名为“System and Method for Aligning with a Reference Target”的PCT专利申请,这些申请全部通过引用以其整体并入本文。

技术领域

[0003] 本公开总体涉及操作具有铰接臂的装置,并且更具体地涉及保持工具姿态。

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。这些一个或多个铰接臂和/或末端执行器中的每个包括支撑铰接臂和/或末端执行器的运动的连杆和铰接关节的组合。在许多情况下,铰接关节被操纵以获得位于相应的铰接臂和/或末端执行器的连杆和铰接关节的远端处的相应工具的期望位置和/或取向(共同地,期望姿态)。工具近端的每个铰接关节提供具有可以被用于操纵相应工具的位置和/或取向的至少一个自由度的相应的铰接臂和/或末端执行器。在许多情况下,相应的铰接臂和/或末端执行器可以包括至少六个自由度,其允许控制相应工具的x位置、y位置和z位置以及相应工具的横摇取向、俯仰取向和偏转取向。为了提供控制相应工具的姿态的更大灵活性,相应铰接臂和/或末端执行器经常被设计为包括冗余的自由度。当冗余的自由度存在时,可能的是:铰接关节的位置和/或取向的多个不同组合可以被用于获得相应工具的相同姿态。这产生零空间,其中即使铰接关节正在移动,相应工具的姿态也不移动。

[0006] 当铰接臂和/或末端执行器中的每个被操作时,铰接臂和/或末端执行器可以经受计划和未计划的运动,其可以引起一个或多个铰接关节的移动。当该运动改变一个或多个铰接关节的位置和/或取向时,该变化可以引入由铰接臂操纵的工具的姿态的不期望的改变。姿态的这种改变可能导致患者的损伤、邻近铰接臂和/或末端执行器的人员的损伤、对

铰接臂和/或末端执行器的损坏、对邻近铰接臂和/或末端执行器的其他装置的损坏、无菌区的破坏和/或其他不期望后果。

[0007] 因此,在位于工具近端的铰接关节中存在干扰的情况下保持工具的姿态是期望的。

发明内容

[0008] 与一些实施例一致,一种计算机辅助医疗装置包括铰接臂、工具以及控制单元,所述铰接臂包括一个或多个第一关节和一个或多个第二关节,所述工具在所述一个或多个第一关节和所述一个或多个第二关节的远端,所述控制单元被耦合到所述第一关节和所述第二关节。所述控制单元在所述一个或多个第一关节移动期间通过以下方式使用所述一个或多个第二关节来保持所述工具的姿态,即通过确定用于所述工具的参考坐标框架、在移动所述一个或多个第一关节之前确定所述参考坐标框架中的所述工具的参考变换、所述一个或多个第一关节正在移动的同时确定所述参考坐标框架中的所述工具的实际变换、确定所述参考变换与所述实际变换之间的差异以及基于所述差异通过驱动所述第二关节来保持所述工具的姿态。

[0009] 与一些实施例一致,一种补偿计算机辅助的医疗装置的铰接臂的运动的方法包括:确定所述医疗装置的器具的姿态以及在所述工具近端的铰接臂的一个或多个第一关节的移动期间使用所述工具近端的一个或多个第二关节来保持所述工具的姿态。通过确定用于所述工具的参考坐标框架、在移动所述一个或多个第一关节之前确定所述参考坐标框架中的所述工具的参考变换、在所述一个或多个第一关节被移动的同时确定所述参考坐标框架中的所述工具的实际变换、确定所述参考变换与所述实际变换之间的差异以及基于所述差异通过驱动所述第二关节来保持所述工具的姿态,从而保持所述姿态。所述姿态包括位置和取向。

[0010] 与一些实施例一致,一种包括多个机器可读指令的非瞬态机器可读介质,当由与医疗装置关联的一个或多个处理器来实施时,该多个机器可读指令适于使所述一个或多个处理器执行方法。所述方法包括:确定所述医疗装置的器具的姿态以及在所述工具近端的铰接臂的一个或多个第一关节的移动期间使用所述工具近端的一个或多个第二关节来保持所述工具的姿态。通过确定用于所述工具的参考坐标框架、在移动所述一个或多个第一关节之前确定所述参考坐标框架中的所述工具的参考变换、在所述一个或多个第一关节被移动的同时确定所述参考坐标框架中的所述工具的实际变换、确定所述参考变换与所述实际变换之间的差异以及基于所述差异通过驱动所述第二关节来保持所述工具的姿态,从而保持所述姿态。所述姿态包括位置和取向。

附图说明

[0011] 图1是根据一些实施例的计算机辅助系统的简化示意图。

[0012] 图2是简化示意图,其示出根据一些实施例的计算机辅助系统。

[0013] 图3是根据一些实施例的计算机辅助医疗系统的运动学模型的简化示意图。

[0014] 图4是根据一些实施例的在移动工具近端的一个或多个关节期间保持工具的姿态的方法的简化示意图。

[0015] 在附图中,具有相同型号的元素具有相同或类似功能。

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素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的每个为安装到至少一个铰接臂120的远端的一个或多个工具、外科手术仪器、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[®]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无线连杆、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(例如外科手术台和/或成像装置)相关的其他控制单元交换位置信息、运动信息和/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] 计算机辅助系统100进一步包括外科手术台170。如同一个或多个铰接臂120,外科手术台170可以支撑台顶部180相对于外科手术台170的基部的铰接移动。在一些示例中,台顶部180的铰接移动可以包括用于改变台顶部180的高度、倾斜、滑动、特伦德伦伯卧位(Trendelenburg)取向和/或类似物的支撑。虽然未示出,但是外科手术台170可以包括一个或多个控制输入,例如用于控制台顶部180的位置和/或取向的控制坠饰(control pendant)。在一些实施例中,外科手术台170可以相应于被德国的Trumpf Medical Systems GmbH商业化的一个或多个手术台。

[0023] 外科手术台170也可以经由相应接口被耦合到控制单元130。接口可以包括一个或多个无线链路、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。在一些实施例中,外科手术台170可以被耦合到不同于控制单元130的控制单元。在一些示例中,运动控制应用程序160可以包括一个或多个应用程序接口(API),该应用程序接口用于接收与外科手术台170和/或台顶部180关联的位置信息、运动信息和/或其他传感器信息。在一些示例中,运动控制应用程序160可以计划和/或辅助计划外科手术台170和/或台顶部180的运动。在一些示例中,运动控制应用程序160可以阻止外科手术台170和/或台顶部180的运动,例如通过使用控制坠饰来阻止外科手术台170和/或台顶部180的移动。在一些示例中,运动控制应用程序160可以帮忙配准装置110与外科手术台170,使得装置110与外科手术台170之间的几何关系是已知的。在一些示例中,几何关系可以包括用于装置110和外科手术台170所保持的坐标框架之间的平移和/或一个或多个转动。

[0024] 图2是简化示意图,其示出根据一些实施例的计算机辅助系统200。例如,计算机辅助系统200可以与计算机辅助系统100一致。如图2中所示,计算机辅助系统200包括具有一个或多个铰接臂的计算机辅助装置210和外科手术台280。虽然图2中未示出,但是计算机辅助装置210和外科手术台280可以通过使用一个或多个接口和一个或多个控制单元被耦合在一起,使得关于外科手术台280的至少运动学信息为运动控制应用程序所知,该运动控制应用程序被用于执行计算机辅助装置210的铰接臂的运动。

[0025] 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为三组不同的连杆和关节。在移动或患者侧推车215的近端处开始的是装配结构220。耦合到装配结构的远端的是一系列装配关节240。并且耦合到装配关节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被装配多个铰接臂。

[0026] 如图所示,计算机辅助装置200被安装在移动推车215上。移动推车215使计算机辅助装置210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靠近手术台180的更好的位置。装配结构220被安装在移动推车215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。

[0027] 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215、两部分立柱和轴线232转动。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的转动而被调节。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的正上方被调节。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215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。

[0028] 取向平台227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215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215附近的患者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。

[0029] 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转动装配关节240,调节第一装配关节242与连杆246之间的径向距离或水平距离,沿着轴线254调节连杆246远端处的操纵器底座262相对于取向平台的高度,并且围绕轴线254转动操纵器底座262。在一些实施例中,装配关节240可以进一步包括附加关节、连杆以及轴线,其允许附加自由度改变操纵器底座262相对于取向平台227的姿态。

[0030] 操纵器260经由操纵器底座262被耦连到装配关节240的远端。操纵器260包括附加关节264和连杆266,其中仪器托架268安装在操纵器260的远端处。仪器或操纵器工具270被安装到仪器托架268。工具270包括轴272,该轴272沿着插入轴线被对准。轴272通常被对准,使得其穿过与操纵器260关联的远程中心274。远程中心274的位置通常被保持为相对于操纵器底座262具有固定平移关系,使得操纵器260中的关节264的操作引起轴272围绕远程中心274转动。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,使用置于允许关节264运动的软件约束,和/或两者组合来保持远程中心274相对于操纵器底座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可以相应于患者278的外科手术切口或切开位置的方位。因为远程中心274相应于外科手术切口,所以当工具270被使用时,远程中心274相对于患者278保持静止,从而限制远程中心274处的患者278的解剖学上的压力。在一些示例中,轴272可以穿过位于外科手术切口处的套管(未示出)。

[0031] 轴272的远端处是工具或工具尖端276。由于关节264和连杆266引起的操纵器260中的自由度可以允许至少控制轴272和/或工具尖端276相对于操纵器底座262的横摇、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使用仪器托架268使轴272前进和/或后退的能力,使得工具尖端276可以沿着插入轴线和相对于远程中心274前进和/或后退。在一些示例中,操纵器260可以与通用外科手术操纵器一致以用于被加利福尼亚州森尼维尔的直观外科手术操作公司商业化的da Vinci®外科手术系统。在一些示例中,工具270可以是成像装置(例如内窥镜、夹持器)、外科手术工具(例如烧灼器或手术刀)和/或类似物。在一些示例中,工具尖端276可以包括附加自由度,例如允许工具尖端276的部分相对于轴272的附加局部操纵的横摇、俯仰、偏转、夹紧和/或类似物。

[0032] 在外科手术或其他医疗程序期间,患者278通常位于外科手术台280上。外科手术台280包括台基部282和台顶部284,其中台基部282位于移动推车215近端,使得仪器270和/或工具尖端276可以由计算机辅助装置210来操纵,同时被对接到患者278。外科手术台280进一步包括铰接结构290,该铰接结构290包括台基部282与台顶部284之间的一个或多个关节或连杆,使得台顶部284相对于台基部280的相对位置,并且因此患者278相对于台基部280的相对方位可以被控制。在一些示例中,铰接结构290可以被配置使得台顶部284相对于虚拟限定的iso中心286被控制,该虚拟限定的iso中心286可以位于台顶部284之上的点处。在一些示例中,iso中心286可以位于患者278的内部内。在一些示例中,iso中心286可以与一个切口位置处或靠近一个切口位置(例如相应于远程中心274的切口位置)的患者的体壁搭配。

[0033] 如图2中所示,铰接结构290包括高度调节关节292,使得台顶部284可以相对于台基部282被升高和/或被降低。铰接结构290进一步包括关节和连杆以改变台顶部284相对于iso中心286的倾斜294取向和特伦德伦伯卧位296取向这两者。倾斜294允许台顶部284被侧向倾斜,使得患者278的右侧或左侧可以相对于患者278的另一侧(即围绕台顶部284的纵向轴线或从头到脚的轴线)被向上转动。特伦德伦伯卧位296允许台顶部284被转动,使得患者278的脚被升高(特伦德伦伯卧位)或者患者278的头被升高(相反的特伦德伦伯卧位)。在一些示例中,倾斜294转动和/或特伦德伦伯卧位296转动可以被调节以产生围绕iso中心286的转动。铰接结构290进一步包括附加连杆和关节298以使台顶部284通过如图2所描述的大致向左运动和/或向右运动而相对于台基部282来回地滑动。

[0034] 图3是根据一些实施例的计算机辅助医疗系统的运动学模型300的简化示意图。如图3中所示,运动学模型300可以包括与许多来源和/或装置关联的运动学信息。运动学信息可以基于用于计算机辅助医疗装置和外科手术台的连杆和关节的已知的运动学模型。运动学信息可以进一步基于与计算机辅助医疗装置和外科手术台的关节的位置和/或取向关联的信息。在一些示例中,与关节的位置和/或取向关联的信息可以获取自一个或多个传感器(例如编码器),所述传感器测量棱柱关节的线性位置和转动关节的转动位置。

[0035] 运动学模型300包括数个坐标框架或坐标系和变换(例如同质变换)以用于将位置和/或取向从一个坐标框架变换到另一个坐标框架。在一些示例中,运动学模型300可以被用于通过将图3中所包括的变换连杆记录的向前变换和/或反/逆变换进行组成而允许将一个坐标框架中的位置和/或取向向前和/或相反映射到任何其他坐标框架中。在一些示例中,当变换以矩阵形式被建模为同质变换时,使用矩阵乘法来完成所述组成。在一些实施例

中,运动学模型300可以被用于将图2的计算机辅助装置210和外科手术台280的运动学关系进行建模。

[0036] 运动学模型300包括可以被用于将外科手术台(例如外科手术台170和/或外科手术台280)的位置和/或取向进行建模的台基部坐标框架305。在一些示例中,台基部坐标框架305可以被用于将外科手术台上的其他点相对于与外科手术台关联的基准点和/或取向进行建模。在一些示例中,基准点和/或取向可以与外科手术台的台基部(例如台基部282)关联。在一些示例中,台基部坐标框架305可以适合于用作计算机辅助系统的世界坐标框架。

[0037] 运动学模型300进一步包括可以被用于将在表示外科手术台的台顶部(例如台顶部284)的坐标框架中的位置和/或取向进行建模的台顶部坐标框架310。在一些示例中,台顶部坐标框架310可以以台顶部的转动中心或iso中心(例如iso中心286)为中心。在一些示例中,台顶部坐标框架310的z轴可以关于地板或表面竖直地取向,在该地板或表面上,外科手术台被放置到台顶部的表面和/或正交于台顶部的表面。在一些示例中,台顶部坐标框架310的x轴和y轴可以被取向为捕获台顶部的纵向(头到脚)和横向(侧向)主轴。在一些示例中,台基部到台顶部坐标变换315可以被用于映射台顶部坐标框架310与台基部坐标框架305之间的位置和/或取向。在一些示例中,外科手术台的铰接结构(例如铰接结构290)的一个或多个运动学模型连同过去的关节传感器读数和/或当前的关节传感器读数一起可以被用于确定台基部到台顶部的坐标变换315。在与图2的实施例一致的一些示例中,台基部到台顶部的坐标变换315可以对与外科手术台关联的高度、倾斜、特伦德伦伯卧位和/或滑动设置的组合效应进行建模。

[0038] 运动学模型300进一步包括可以被用于对计算机辅助装置(例如计算机辅助装置110和/或计算机辅助装置210)的位置和/或取向进行建模的装置基部坐标框架。在一些示例中,装置基部坐标框架320可以被用于对计算机辅助装置上的其他点相对于与计算机辅助装置关联的基准点和/或取向进行建模。在一些示例中,基准点和/或取向可以与计算机辅助装置(例如移动推车215)的装置基部关联。在一些示例中,装置基部坐标框架320可以适合于用作计算机辅助系统的世界坐标框架。

[0039] 为了跟踪外科手术台与计算机辅助装置之间的位置关系和/或取向关系,可以期望执行外科手术台与计算机辅助装置之间的配准。如在图3中所示,配准可以被用于确定台顶部坐标框架310与装置基部坐标框架320之间的配准变换325。在一些实施例中,配准变换325可以是台顶部坐标框架310与装置基部坐标框架320之间的局部变换或全变换。在一些示例中,因为台基部和装置基部通常被定位在相同水平的地板表面上,所以配准变换325可以仅对装置基部与台基部围绕台基部坐标框架305的z轴的转动关系(例如 θ_z 配准)进行建模。在一些示例中,配准变换325也可以将台基部坐标框架305与装置基部坐标框架320之间的水平偏置(例如XY配准)进行建模。这是可能的,因为计算机辅助装置和外科手术台二者被定位在相同的水平地平面(地板)上并且在右上位置中被操作。在该操作关系中,台基部到台顶部变换315中的高度调节类似于装置基部坐标框架320中的竖直调节,这是因为台基部坐标框架305和装置基部坐标框架320中的竖直轴线是相同的或接近相同的,使得台基部坐标框架305与装置基部坐标框架320之间的高度差在彼此合理公差内。在一些示例中,台基部到台顶部变换315中的倾斜调节和特伦德伦伯卧位调节可以通过已知台顶部(或其iso

中心)的高度和 θ_z 和/或XY配准而映射到装置基部坐标框架320。在一些示例中,配准变换325和台基部到台顶部变换315可以被用于对计算机辅助外科手术装置进行建模,好像计算机辅助外科手术装置被附连到台顶部一样。

[0040] 运动学模型300进一步包括臂台架坐标框架330,其可以被用于与计算机辅助装置的铰接臂上的最近端点关联的共享坐标框架的合适的模型。在一些实施例中,臂台架坐标框架330可以与臂台架(例如取向平台227)上的便利点关联并且相对于臂台架上的便利点被取向。在一些示例中,臂台架坐标框架330的中心点可以位于轴线236上,其中z轴与轴线236对齐。在一些示例中,装置基部到臂台架的坐标变换335可以被用于映射装置基部坐标框架320与臂台架坐标框架330之间的位置和/或取向。在一些示例中,装置基部与臂台架之间的计算机辅助装置的连杆和关节(例如装配结构220)的一个或多个运动学模型连同过去的关节传感器读数和/或当前的关节传感器读数一起可以被用于确定装置基部到臂台架的坐标变换335。在与图2的实施例一致的一些示例中,装置基部到臂台架的坐标变换335可以对计算机辅助装置的两部分立柱、肩关节、两分支臂以及腕关节的组合效应进行建模。

[0041] 运动学模型300进一步包括与计算机辅助装置的每个铰接臂关联的一系列坐标框架和变换。如图3中所示,运动学模型300包括用于三个铰接臂的坐标框架和变换,但是一个普通技术人员将理解,不同的计算机辅助装置可以包括更少和/或更多的铰接臂。与图2的计算机辅助装置210的连杆和关节的配置一致,根据安装到铰接臂的远端的仪器的类型,可以使用操纵器底座坐标框架、远程中心坐标框架以及工具或照相机坐标框架来建模每个铰接臂。

[0042] 在运动学模型300中,使用操纵器底座坐标框架341、远程中心坐标框架342、工具坐标框架343、台架到底座变换344、底座到远程中心变换345以及远程中心到工具变换346来捕获第一个铰接臂的运动学关系。操纵器底座坐标框架341表示用于表示与操纵器(例如操纵器260)关联的位置和/或取向的合适的模型。操纵器底座坐标框架341通常与操纵器底座(例如相应铰接臂的操纵器底座262)关联。台架到底座变换344基于臂台架与相应操纵器底座之间的计算机辅助装置的连杆和关节(例如相应装配关节240)的一个或多个运动学模型连同相应装配关节240的过去的关节传感器读数和/或当前的关节传感器读数。

[0043] 远程中心坐标框架342通常与安装在铰接臂上的操纵器的远程中心(例如相应操纵器260的相应远程中心274)关联。底座到远程中心的变换345基于相应操纵器底座与相应远程中心之间的计算机辅助装置的连杆和关节(例如相应操纵器260的相应关节264、相应连杆266以及相应托架268)的一个或多个运动学模型连同相应关节264的过去的关节传感器读数和/或当前的关节传感器读数。当相应远程中心与相应操纵器底座保持为固定位置关系时,例如在图2的实施例中,底座到远程中心的变换345可以包括基本静态平移组件和动态转动组件。

[0044] 工具坐标框架343通常与安装在铰接臂上的仪器上的工具和/或工具尖端(例如相应工具270和/或工具尖端276)关联。远程中心到工具的变换346基于移动和/或取向相应工具和相应远程中心的计算机辅助装置的连杆和关节的一个或多个运动学模型连同过去的关节传感器读数和/或当前的关节传感器读数。在一些示例中,远程中心到工具的变换346引起轴(例如相应轴272)穿过远程中心的取向和轴相对于远程中心被前进和/或被后退的

距离。在一些示例中,远程中心到工具的变换346可以被约束以反映工具的轴的插入轴线穿远程中心并且可以引起轴和工具尖端围绕由轴所限定的轴线的转动。

[0045] 在运动学模型300中,使用操纵器底座坐标框架351、远程中心坐标框架352、工具坐标框架353、台架到底座的变换354、底座到远程中心的变换355以及远程中心到工具的变换356来捕获第二个铰接臂的运动学关系。操纵器底座坐标框架351表示用于表示与操纵器(例如操纵器260)关联的位置和/或取向的合适的模型。操纵器底座坐标框架351通常与操纵器底座(例如相应铰接臂的操纵器底座262)关联。台架到底座的变换354基于臂台架与相应操纵器底座之间的计算机辅助装置的连杆和关节(例如相应装配关节240)的一个或多个运动学模型连同相应装配关节240的过去的关节传感器读数和/或当前的关节传感器读数。

[0046] 远程中心坐标框架352通常与安装在铰接臂上的操纵器的远程中心(例如相应操纵器260的相应远程中心274)关联。底座到远程中心的变换355基于相应操纵器底座与相应远程中心之间的计算机辅助装置的连杆和关节(例如相应操纵器260的相应关节264、相应连杆266以及相应托架268)的一个或多个运动学模型连同相应关节264的过去的关节传感器读数和/或当前的关节传感器读数。当相应远程中心与相应操纵器底座被保持为固定位置关系时,例如在图2的实施例中,底座到远程中心的变换355可以包括基本静态平移组件和动态转动组件。

[0047] 工具坐标框架353通常与安装在铰接臂上的仪器上的工具和/或工具尖端(例如相应工具270和/或工具尖端276)关联。远程中心到工具的变换356基于移动和/或取向相应工具和相应远程中心的计算机辅助装置的连杆和关节的一个或多个运动学模型连同过去的关节传感器读数和/或当前的关节传感器读数。在一些示例中,远程中心到工具的变换356引起轴(例如相应轴272)穿过远程中心的取向和轴相对于远程中心被前进和/或被后退的距离。在一些示例中,远程中心到工具的变换356可以被约束以反映工具的轴的插入轴线穿远程中心且可以引起轴和工具尖端围绕由轴所限定的插入轴线的转动。

[0048] 在运动学模型300中,使用操纵器底座坐标框架361、远程中心坐标框架362、照相机坐标框架363、台架到底座的变换364、底座到远程中心的变换365以及远程中心到照相机的变换366来捕获第三个铰接臂的运动学关系。操纵器底座坐标框架361表示用于表示与操纵器(例如操纵器260)关联的位置和/或取向的合适的模型。操纵器底座坐标框架361通常与操纵器底座(例如相应铰接臂的操纵器底座262)关联。台架到底座的变换364基于臂台架与相应操纵器底座之间的计算机辅助装置的连杆和关节(例如相应装配关节240)的一个或多个运动学模型连同相应装配关节240的过去的关节传感器读数和/或当前的关节传感器读数。

[0049] 远程中心坐标框架362通常与安装在铰接臂上的操纵器的远程中心(例如相应操纵器260的相应远程中心274)关联。底座到远程中心的变换365基于相应操纵器底座与相应远程中心之间的计算机辅助装置的连杆和关节(例如相应操纵器260的相应关节264、相应连杆266以及相应托架268)的一个或多个运动学模型连同相应关节264的过去的关节传感器读数和/或当前的关节传感器读数。当相应远程中心与相应操纵器底座被保持为固定位置关系时,例如在图2的实施例中,底座到远程中心的变换365可以包括基本静态平移组件和动态转动组件。

[0050] 照相机坐标框架363通常与安装在铰接臂上的成像装置(例如内窥镜)关联。远程

中心到照相机的变换366基于移动和/或取向成像装置和相应远程中心的计算机辅助装置的连杆和关节的一个或多个运动学模型连同过去的关节传感器读数和/或当前的关节传感器读数。在一些示例中,远程中心到照相机的变换366引起轴(例如相应轴272)穿过远程中心的取向和轴相对于远程中心被前进和/或被后退的距离。在一些示例中,远程中心到照相机的变换366可以被约束以反映成像装置的轴的插入轴线穿过远程中心且可以引起成像装置围绕由轴限定的轴线的转动。

[0051] 如上所述并且在此进一步强调的,图3仅是不应该过度限制权利要求的范围的示例。本领域中的一个普通技术人员应意识到许多变化、替代和修改。根据一些实施例,可以使用替代的配准变换在台顶部坐标框架310与装置基部坐标框架320之间确定外科手术台与计算机辅助装置之间的配准。当使用替代的配准变换时,配准变换325可以通过将替代的配准变换与台基部到台顶部变换315的逆/反变换进行组合而被确定。根据一些实施例,根据计算机辅助装置的连杆和关节、其铰接臂、其末端执行器、其操纵器和/或其仪器的特定配置,用于对计算机辅助装置进行建模的坐标框架和/或变换可以被不同地布置。根据一些实施例,运动学模型300的坐标框架和/或变换可以被用于对与一个或多个虚拟工具和/或虚拟照相机关联的坐标框架和变换进行建模。在一些示例中,虚拟工具和/或照相机可以与先前存储和/或先前锁存的工具位置、由于运动引起的工具和/或照相机的投影、由外科医生和/或其他人员限定的基准点和/或类似物关联。

[0052] 如先前所述,当计算机辅助系统(例如计算机辅助系统110和/或210)正被操作时,可以期望允许工具和/或工具尖端的连续控制,同时外科手术台(例如外科手术台170和/或280)的运动被允许。在一些示例中,这可以允许更少耗时的程序,如外科手术台运动可以发生而无需从患者移开操纵器。在一些示例中,这可以允许外科医生和/或其他医务人员监测器官移动,同时外科手术台运动正在进行以获得更多可选的外科手术台姿态。在一些示例中,这也可以允许在外科手术台运动期间外科手术程序的主动连续。

[0053] 当计算机辅助系统(例如计算机辅助系统110和/或200)正被操作时,一个目标是保持工具和/或工具尖端中的每个的合适的姿态。在操作计算机辅助系统的一个模式中,通过使用伺服控制器和/或制动器,外科手术台的关节和每个操纵器近端的关节被锁定和/或被保持在合适位置中,使得关节的运动被限制和/或被完全禁止。这允许操纵器的关节控制工具的姿态以完成期望程序而不干扰这些其他关节中的移动。在一些示例中,在所述程序期间,操纵器可以与患者对接。在一些示例中,工具和/或工具尖端的姿态可以通过操作者控制台处的外科医生来经由遥操作进行控制。然而,可以期望支撑计算机辅助系统的其他操作模式,该模式允许铰接臂运动同时工具保持对接到患者。这些其他操作模式可引入当工具没有对接到患者时在操作模式中不存在的风险。在一些示例中,这些风险可包括当工具和/或工具尖端被允许相对于患者移动时对患者的损伤、破坏无菌区、铰接臂之间的碰撞和/或类似物。

[0054] 一般情况下,这些其他操作模式可以特征在于保持工具的姿态的目标,当工具近端的一个或多个关节经受导致改变一个或多个关节的位置和/或取向(即移动)的干扰时,该工具相对于患者被附连到已对接的操纵器。因为工具近端的一个或多个第一关节或被干扰的关节中的干扰导致工具和其工具尖端的姿态的改变,所以可以期望引入一个或多个第二关节或补偿关节的移动,该一个或多个第二关节或补偿关节补偿由被干扰的关节的移动

导致的工具的姿态的改变。确定干扰的程度和补偿量取决于干扰的类型和性质,例如干扰是否与外科手术台或患者的移动关联,或干扰是否被限制到用于操纵工具的铰接臂。

[0055] 与保持工具的姿态的这些其他操作模式关联的干扰可以被分类为两个一般类别。在第一类别中,操纵器所对接的患者不移动,使得工具和/或工具尖端的姿态可以被监测和被保持在任何合适的世界坐标框架中。第一类别可以包括与铰接臂的受控运动关联的干扰。在一些示例中,铰接臂的受控运动可以包括用于在执行程序之前装配铰接臂和/或操纵器的一个或多个关节的移动。这样的示例包括与图2的实施例一致的计算机辅助装置的装配结构的一个或多个关节的移动,其中取向平台227被平移并且被对准以允许装配关节240被移动以在程序期间提供操纵器260的良好运动范围。这种运动类型的示例在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62/024,887以及在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61/954,261中被更详细地描述,这两个专利申请作为参考并入本文。这样的另一个示例包括一个或多个关节的移动以提供与另一铰接臂和/或铰接臂近端的已知障碍物的防撞。第一类别可以进一步包括与在启动其他运动之前释放制动和/或其他关节锁定关联的干扰。在一些示例中,当制动和/或锁定被释放并且力和/或扭矩由释放的关节吸收时,工具的轴上的(例如由于由患者的体壁施加到操纵器的远程中心的力和扭矩所引起的)外力和/或扭矩可以导致工具和/或工具尖端的不期望的运动。第一类别可以进一步包括由在抓握或浮动状态中铰接臂的操作引起的干扰(例如可能发生在由操作者对铰接臂的手动再定位期间)和/或由于铰接臂与障碍物之间的碰撞所引起的干扰。这种运动类型的示例在2014年3月17日提交的名为“System and Method for Breakaway Clutching in an Articulated Arm”的美国临时专利申请61/954,120中被更详细地描述,该美国临时专利申请通过参考合并于此。

[0056] 在第二类别中,操纵器所对接的患者正在移动,使得工具和/或工具尖端的姿态可以在本地坐标框架中被监测。第二类别可以包括通过允许外科手术台中的铰接结构的运动(即台移动)或允许患者相对于外科手术台的移动而引起的干扰。在第二类别中,通常期望使铰接臂和工具与患者一起移动,使得工具相对于患者的姿态不改变。在一些示例中,这可以使用切口拖拽而完成,所述切口拖拽可以包括随着患者移动而释放和/或解锁铰接臂的一个或多个关节并且允许患者的体壁在切口处拖拽远程中心和工具。在一些示例中,当远程中心移动时,工具相对于远程中心的取向可以开始改变,导致工具相对于患者的姿态之间的变化。

[0057] 图4是根据一些实施例的在工具近端的一个或多个关节的移动期间保持工具的姿态的方法400的简化示意图。方法400的一个或多个过程410-460可以至少部分以存储在非瞬态的有形机器可读介质上的可实施代码的形式被实施,使得当由一个或多个处理器(例如控制单元130中的处理器140)运行时,该可实施代码可以使一个或多个处理器执行过程410-460中的一个或多个过程。在一些实施例中,方法400可以通过引入一个或多个补偿关节中的补偿运动而被用于补偿由于一个或多个被干扰的关节的运动而引起的工具的姿态的变化。在一些示例中,当被干扰的关节的运动由受控运动、抓握运动、制动或锁定释放、患者运动和/或类似物引起时,方法400可以被使用。在与图2的实施例一致的一些示例中,一个或多个被干扰的关节和/或一个或多个补偿关节可以包括装配结构220中的任何关节、装

配关节240和/或工具近端的操纵器260的任何关节。在一些实施例中,方法400的使用可以被限制为当仪器、套管和/或类似物被耦合到相应铰接臂、末端执行器和/或操纵器的远端时的操作,使得用于铰接臂、末端执行器和/或操纵器的远程中心可以被限定。在一些实施例中,方法400可以包括:通过使用来自患者切口的阻力和/或通过计算机辅助装置的操纵者至少部分保持工具的姿态。

[0058] 根据一些实施例,方法400可以比在一个或多个被干扰的关节的移动期间不保持工具的姿态的方法支持一个或多个有用的改进。在一些示例中,方法400可以降低在工具和/或安装有工具的铰接臂的其他连杆和关节与位置和取向为计算机辅助装置已知的其他铰接臂、末端执行器、操纵器和/或工具之间碰撞的可能性。在一些示例中,方法400可以减少附连到安装有工具的铰接臂的一个或多个无菌帘的移动,使得更好地避免扫掠和/或移动一个或多个无菌帘接触一个或多个非灭菌障碍物,例如操作者的一个或多个暴露区域(例如操作者的脸)和引发的对无菌区的破坏。在一些示例中,方法400可以降低移动和/或扫掠患者的体内的工具和/或工具尖端的可能性,以便降低通过工具和/或工具尖端对患者的损伤的可能性。

[0059] 在过程410处,确定用于工具的参考坐标框架。用于工具的参考坐标框架的确定取决于操作模式。在一些示例中,参考框架的确定可以进一步取决于安装有工具的铰接臂和/或可以因干扰而移动的一个或多个关节(即被干扰的关节)所期望的干扰的类型。当干扰的来源与铰接臂的受控运动、铰接臂的手动重新定位、由铰接臂的碰撞引发的运动和/或患者不移动并且被安装到铰接臂的操纵器的远程中心不经受平移的情况关联时,可以使用相对于世界坐标框架被固定的任何坐标框架。与图2和图3的实施例一致,装置基部坐标框架320、臂台架坐标框架330和/或远程中心坐标框架342、352和362中的任何一个均可以被用作参考坐标框架。当干扰的来源与一个或多个被干扰的关节的制动和/或锁定释放关联使得远程中心可以移动时,可以使用相对于世界坐标框架被固定的任何坐标框架。与图2和图3的实施例一致,装置基部坐标框架320和/或臂台架坐标框架330中的任何一个,但不是远程中心坐标框架342、352和362中的任何一个,可以被用作参考坐标框架。当干扰的来源与患者运动和/或外科手术台的移动关联时,可以使用与患者一起移动的本地坐标框架。与图2和图3的实施例一致,与铰接臂和/或台顶部坐标框架310关联的远程中心坐标框架342、352或362可以被用作参考坐标框架。

[0060] 在过程420处,确定参考坐标框架中工具的参考变换。在起动一个或多个被干扰的关节的移动之前,计算机辅助装置的一个或多个运动学模型被用于确定在过程410期间确定的参考坐标框架中的工具的参考变换。在一些示例中,一个或多个运动学模型可以包括用于铰接臂、操纵器、工具、装配结构和/或类似物的连杆和关节的一个或多个运动学模型。使用图2和图3的实施例作为示例,当参考坐标框架是远程中心坐标框架342、352或362时,在干扰开始之前,被锁存或被记录的各自的远程中心到工具/照相机的变换346、356或366变成工具的参考变换。当参考坐标框架是臂台架坐标框架330时,在干扰开始之前,所锁存或所记录的相应台架到底座的变换344、354或364、相应底座到远程中心的变换345、355或365以及相应远程中心到工具/照相机的变换346、356或366的组合变成工具的参考变换。在一些示例中,当工具没有被安装到铰接臂时,末端执行器和/或操纵器、套管和/或虚拟工具可以被用于基于套管和/或仪器的虚拟轴的插入方向而确定参考变换。

[0061] 在过程430处,确定参考坐标框架中工具的实际变换。随着一个或多个被干扰的关节由于干扰而开始移动时,工具的姿态开始变化,这是因为工具在一个或多个被干扰的关节的远端。一个或多个被干扰的关节的移动被监测并且在过程420期间使用的相同的一个或多个运动学模型使用当前接头位置和/或取向被再次应用,从而确定参考坐标框架中的工具的实际变换。实际变换表示一个或多个被干扰的关节的移动如何倾向于移动工具远离被保持的姿态。

[0062] 在过程440处,确定实际变换与参考变换之间的差异。实际变换与参考变换之间的差异表示由于干扰引入到工具的姿态中的误差。除非工具的姿态中的误差通过使用铰接臂的一个或多个补偿关节的移动而被补偿,否则工具的姿态可以不期望改变。在一些示例中,所述差异可以通过减去实际变换和参考变换的相应矩阵表示和/或向量表示而被确定。在一些示例中,所述差异可以被表示为由参考变换的逆/反变换和实际变换的组合所确定的误差变换。

[0063] 在过程450处,基于所述差异来确定补偿关节变化。使用在过程440期间确定的实际变换与参考变换之间的差异,确定一个或多个补偿关节的变化。实际变换与参考变换之间的差异从实际变换和参考变换的参考坐标系被映射到与每个补偿关节关联的一个或多个本地坐标系。实际上,这将参考坐标系的工具的姿态中的误差变换为姿态相对于补偿关节的误差。在一些示例中,一个或多个运动学模型可以被用于将所述差异变换到本地坐标系。在一些示例中,补偿关节可以包括铰接臂和/或操纵器的不是被干扰的关节之一的任何关节。一旦确定姿态中的相对误差,则该相对误差可以被用于确定每个补偿关节的移动。在一些示例中,逆的雅可比行列式可以被用于映射相对误差以对补偿关节的移动进行补偿。在一些示例中,补偿关节的移动可以被应用为应用到补偿关节的关节速度。

[0064] 在过程460处,驱动补偿关节。基于在过程450期间确定的补偿关节的移动,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一个或多个被干扰的关节的移动引入的工具的姿态中的误差,使得参考坐标系中的工具的姿态被保持具有最小误差。只要一个或多个补偿关节继续对工具的姿态做出校正改变,则过程430-460被重复以补偿引入到工具的姿态中的任何误差。

[0065] 根据一些实施例,过程460可以经受实践限制。在一些示例中,一个或多个补偿关节补偿工具的姿态中的误差的能力可以由一个或多个补偿关节的运动范围(ROM)极限来限制。在一些示例中,当用于一个或多个补偿关节的ROM极限被达到和/或大致被达到时,方法400和/或过程460可以被停止并且可以使用一个或多个可视和/或可听见的误差提示来向操作者指示误差。在一些示例中,不是停止方法400和/或过程460的操作,而是过程460可以以修改的形式操作从而部分补偿工具的姿态中的误差,以便最小化可控误差,同时向操作者提供不是所有由于干扰导致的移动均被补偿的反馈。在一些示例中,所述反馈可以包括指示补偿被限制的一个或多个可视和/或音频提示和/或一个或多个补偿关节上的阻力的应用。在一些示例中,阻力可以包括部分应用与一个或多个补偿关节关联的一个或多个制动和/或应用与一个或多个补偿关节关联的一个或多个致动器中的运动电阻电压和/或信号。

[0066] 如上所述并且在此进一步强调的,图4仅是不应该过度限制权利要求的范围的示例。本领域中的一个普通技术人员应意识到许多变化、替代和修改。根据一些实施例,方法400可以被独立应用于由计算机辅助装置操纵的每个工具。在一些示例中,工具可以包括对

接到患者的任何工具。在一些示例中,补偿关节可以定位于臂台架的远端,例如计算机辅助装置的取向平台227,使得对保持每个工具的姿态的补偿被分离地应用于每个工具。

[0067] 根据一些实施例,被干扰的关节和补偿关节可不包括铰接臂和/或操纵器中的每个关节。在一些示例中,补偿关节可以仅包括操纵器的横摇关节、俯仰关节以及偏转关节。在一些示例中,铰接臂和/或操纵器中的其他关节可以在方法400期间被锁定从而阻止其相对移动。在一些示例中,铰接臂和/或操纵器的一个或多个非致动关节可以在方法400期间被解锁和/或被置于抓握和/或浮动状态中,使得工具的姿态中的误差可以通过解锁关节中的变化而被至少部分地减小。在一些示例中,解锁关节的变化可以降低补偿关节被驱动的量。在一些示例中,可以使用来自患者切口的阻力和/或通过计算机辅助装置的操作者而至少部分保持工具的姿态。

[0068] 根据一些实施例,一个或多个过程430-460可以被同时执行。根据一些实施例,附加条件可以例如通过使计算机辅助装置的控制返回到操作者和/或通过暂停计算机辅助装置的操作而使方法400提早终止。在一些示例中,附加条件可以包括没有完成被补偿的移动、自操作者使用操作者工作站和/或铰接臂上的一个或多个控件的人工干预和/或无视、使用一个或多个安全互锁装置、计算机辅助装置中的位置跟踪误差、系统故障和/或类似物检测操作者与操作者工作站脱离的能力。在一些示例中,期望移动是不可能的,这是由于检测到在计算机辅助装置的连杆和/或关节之中即将发生的碰撞、计算机辅助装置的一个或多个关节的运动范围极限、由于患者的运动引起的不能保持工具的姿态和/或类似物。在一些示例中,方法400的提早终止可能导致被发送到操作者的误差通知。在一些示例中,误差通知可以包括任何可视和/或音频指示器,例如文本消息、闪光灯、可听见的音调、说出的短语和/或类似物。

[0069] 控制单元(例如控制单元130)的一些示例可以包括非瞬态的有形机器可读介质,该介质包括可实施代码,当由一个或多个处理器(例如处理器140)运行时,该可实施代码可以使一个或多个处理器执行方法400的过程。可以包括方法400的过程的一些常见形式的机器可读介质是例如软盘、柔性盘、硬盘、磁带、任何其他磁性介质、CD-ROM、任何其他可选介质、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读取的任何其他介质。

[0070] 虽然示例性实施例已经被示出且被描述,但是在前述公开中预测了大范围的修改、改变和替代并且在一些实例中,可以采用实施例的一些特征而不相应使用其他特征。本领域的一个普通技术人员将意识到许多变化、替代和修改。因此,本发明的范围应仅由所附权利要求限制,并且合适的是权利要求被宽泛地且以与本文公开的实施例的范围一致的方式被解释。

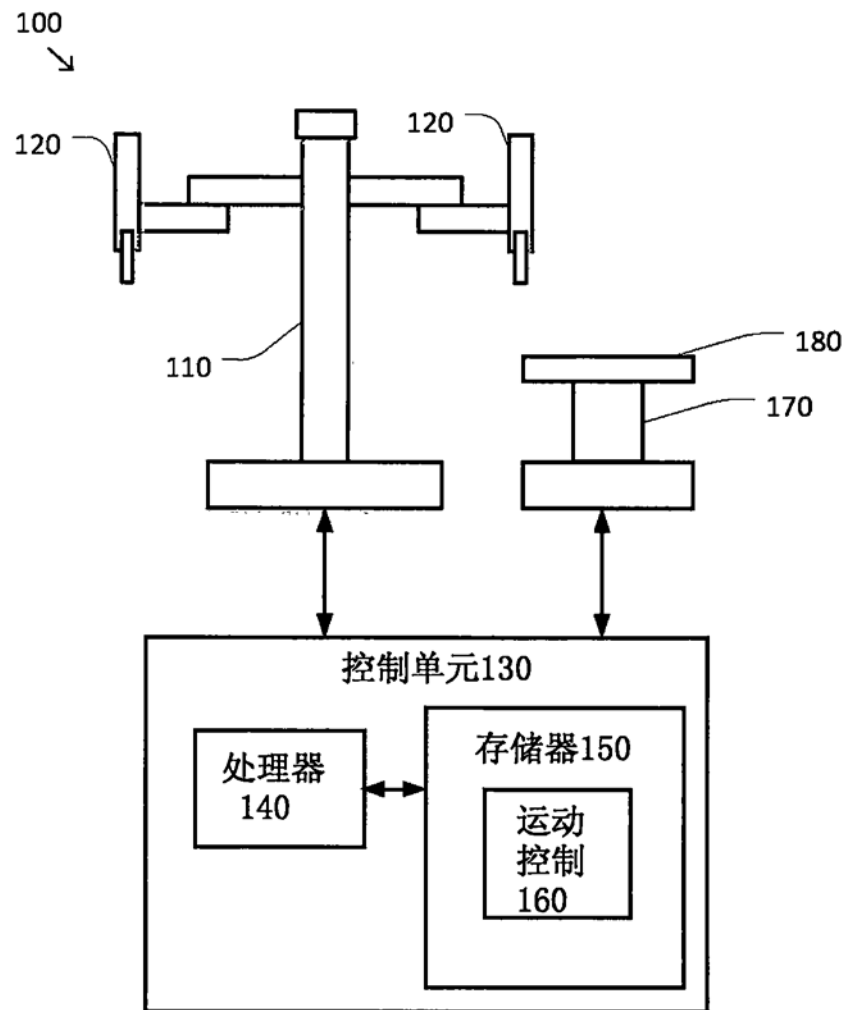


图1

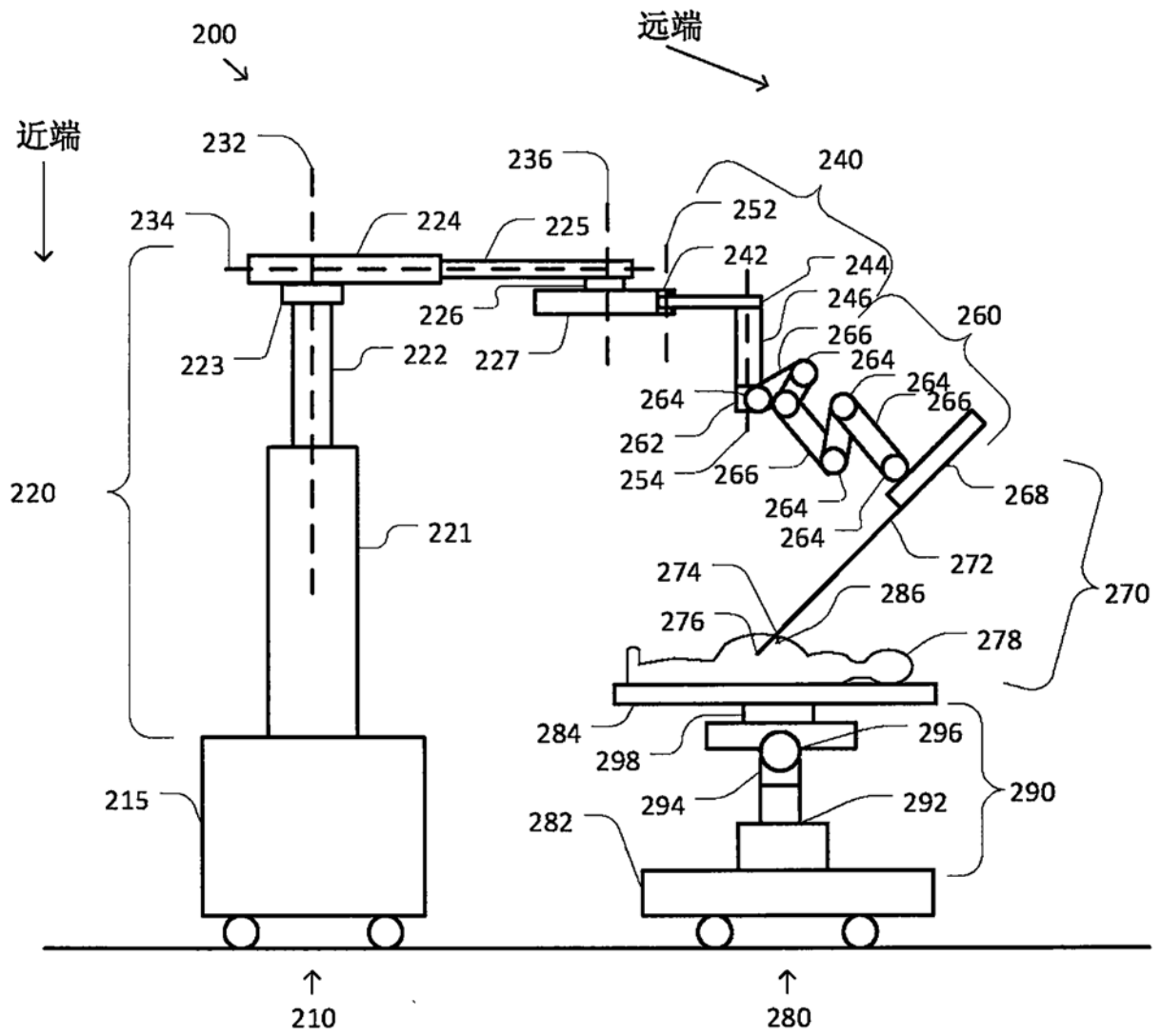


图2

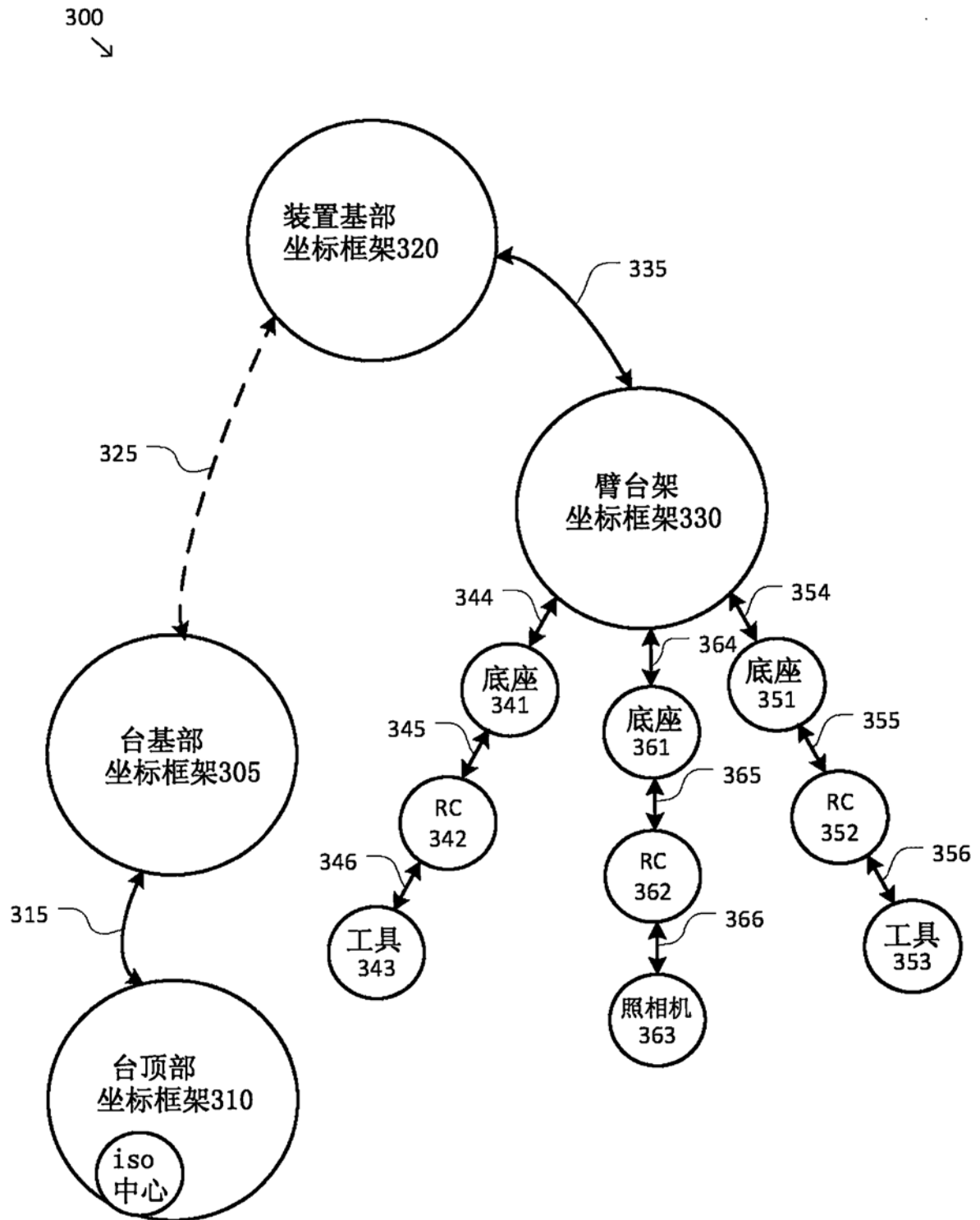


图3

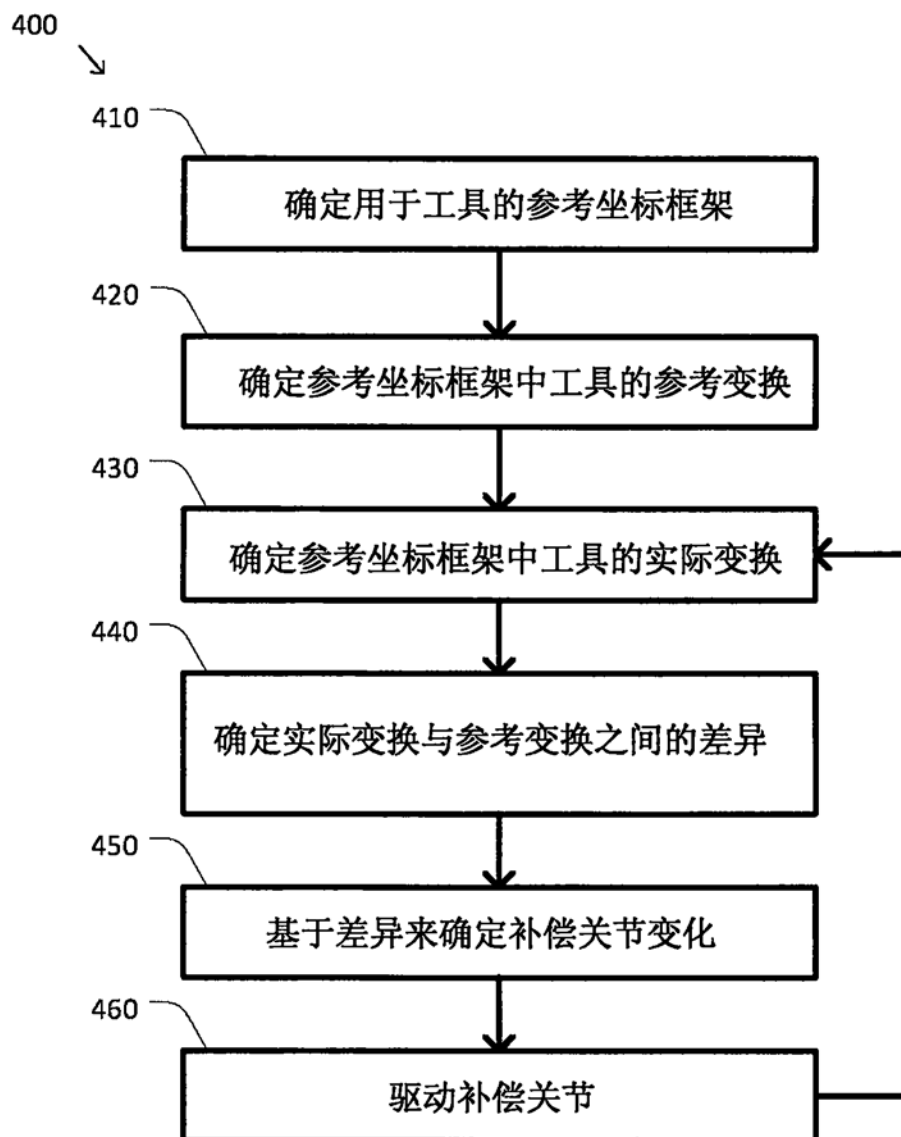


图4