



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107072725 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(21)申请号 201580057348.7

G·林奇 D·米勒 P·奥格雷迪

(22)申请日 2015.10.27

N·斯瓦鲁普 K·齐娅

(30)优先权数据

62/069,245 2014.10.27 US

62/134,207 2015.03.17 US

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 徐东升 李尚颖

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.04.21

(51)Int.Cl.

A61B 34/30(2016.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/057656 2015.10.27

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/069648 EN 2016.05.06

(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 B·D·伊特科维兹

P·G·格里菲思 J·汉姆菲尔

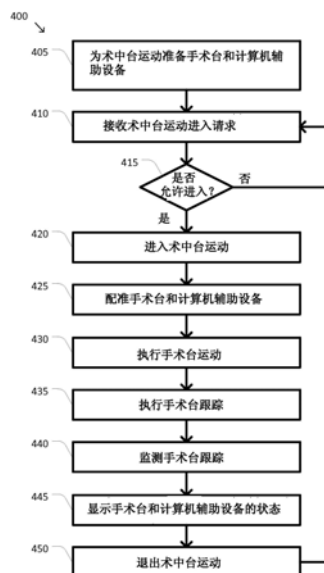
权利要求书5页 说明书32页 附图14页

(54)发明名称

用于集成手术台的系统和方法

(57)摘要

用于集成手术台的系统及方法,包括医疗设备,该医疗设备包括具有一个或更多个第一关节和第二关节的铰接臂以及控制单元。该铰接臂至少具有安装在第一关节和第二关节远侧的套管、内窥镜或器械,其在身体开口处插入患者内。该控制单元解锁第一关节,接收手术台移动请求,确定是否应当准予手术台移动请求,允许手术台基于该确定来执行所请求的移动,使用第一关节以允许铰接臂基于在身体开口处由患者的体壁施加的力来跟踪身体开口的移动,并且通过执行第二关节的补偿运动来补偿由于跟踪移动而引起的套管、内窥镜或器械的姿态的变化。



1. 一种计算机辅助医疗设备,包括:

铰接臂,其具有一个或更多个第一关节和一个或更多个第二关节,所述铰接臂被配置为至少具有安装在所述一个或更多个第一关节和所述一个或更多个第二关节的远侧的套管、内窥镜或器械,所述套管、所述内窥镜或所述器械被配置为在身体开口处插入患者内;和

耦连到所述第一关节和所述第二关节的控制单元;

其中,为了支持与经由通信连接耦连到所述设备的手术台的集成运动,所述控制单元被配置为:

解锁所述一个或更多个第一关节;

接收来自所述手术台的手术台移动请求;

确定是否应当准予所述手术台移动请求;

允许所述手术台基于所述确定来执行所述手术台移动请求;

使用所述一个或更多个第一关节以允许所述铰接臂基于由于执行的手术台移动而引起的在所述身体开口处由所述患者的体壁施加的力来跟踪所述身体开口的移动;并且

通过执行所述一个或更多个第二关节的补偿运动来补偿由于跟踪的移动而引起的安装的套管、内窥镜或器械的姿态的变化。

2. 根据权利要求1所述的设备,其中所述控制单元被进一步配置为监测所述一个或更多个第一关节以确定所述一个或更多个第一关节中的任何第一关节是否处于相应的运动范围限度。

3. 根据权利要求2所述的设备,其中所述相应的运动范围限度是运动范围限度的硬范围。

4. 根据权利要求2所述的设备,其中所述相应的运动范围限度是运动范围限度的软范围。

5. 根据权利要求2所述的设备,其中当所述一个或更多个第一关节中的相应一个被确定为处于相应的运动范围限度时,所述控制单元进一步禁止手术台移动请求的进一步准予,直到所述一个或更多个第一关节中的相应一个不再处于相应的运动范围限度。

6. 根据权利要求2所述的设备,其中当所述一个或更多个第一关节中的相应一个被确定为处于相应的运动范围限度时,所述控制单元被进一步配置为引导所述手术台反转一个或更多个最近执行的手术台移动。

7. 根据权利要求2所述的设备,其中当所述一个或更多个第一关节中的相应一个被确定为处于相应的运动范围限度时,所述控制单元被进一步配置为限制被准予的手术台移动请求的类型。

8. 根据权利要求7所述的设备,其中所述控制单元被进一步配置为基于被准予的最近的手术台移动请求的记录来限制被准予的手术台移动请求的类型。

9. 根据权利要求7所述的设备,其中为了限制被准予的手术台移动请求的类型,所述控制单元被进一步配置为当所述手术台移动请求导致所述一个或更多个第一关节中的相应一个朝向相应的运动范围限度运动时禁止所述手术台移动请求。

10. 根据权利要求7所述的设备,其中为了限制被准予的手术台移动请求的类型,所述控制单元被进一步配置为基于在所述手术台移动请求被准予的情况下可能导致的计划移

动来禁止所述手术台移动请求。

11. 根据权利要求10所述的设备,其中所述控制单元被进一步配置为将所述计划移动与对应于所述一个或更多个第一关节中的相应第一关节的雅可比矩阵的列进行比较。

12. 根据权利要求1所述的设备,其中被准予的手术台移动请求的类型被限于高度调整请求、倾斜调整请求,特伦德伦伯卧位调整请求和滑动调整请求。

13. 根据权利要求1所述的设备,其中所述控制单元被进一步配置为接收来自操作者的器械运动命令,并且将所述器械运动命令叠加在由所述一个或更多个第二关节执行的补偿运动上。

14. 根据权利要求1所述的设备,其中所述控制单元被进一步配置为确定所述手术台和所述设备之间的配准变换。

15. 根据权利要求1所述的设备,其中所述控制单元被进一步配置为校正由于所述一个或更多个第一关节的解锁而引起的所述器械的姿态的变化。

16. 根据权利要求1所述的设备,其中当少于三个的铰接臂被对接到所述患者时,被准予的手术台移动请求的类型被限于高度调整请求。

17. 根据权利要求1所述的设备,其中所述控制单元被进一步配置为监测所述身体开口的移动,以确定所述身体开口的移动是否与执行的手术台移动一致。

18. 根据权利要求1所述的设备,其中从用于所述手术台的手术台命令单元接收所述手术台移动请求。

19. 根据权利要求1所述的设备,其中所述控制单元被进一步配置为在操作者工作站处显示所述手术台的状态信息。

20. 根据权利要求1所述的设备,其中为了确定是否应当准予所述手术台运动,所述控制单元被进一步配置为确定是否满足一个或更多个条件,所述一个或更多个条件中的每个选自于由以下各项组成的组:是否防止所述手术台的基座移动,是否防止所述设备的基座移动,成像设备是否被插入患者内,所述器械是否被插入患者内,操作者是否出现在操作者工作站处并且正在主动控制所述器械,所述器械的末端执行器是否处于所述成像设备的视场内,所述手术台和所述设备之间的通信连接是否存在,所述身体开口是否能够支持集成台运动,是否满足集成台运动支持正在执行的程序,以及集成台运动是否支持所述器械。

21. 根据权利要求1所述的设备,其中所述控制单元被进一步配置为当所述控制单元确定是否存在一个或更多个条件时退出集成台移动,所述一个或更多个条件中的每个选自于由以下各项组成的组:所述手术台的基座是否移动,所述设备的基座是否移动,操作者是否不再出现在操作者工作站处,所述操作者是否不再主动控制所述器械,所述器械的末端执行器是否不再处于所述成像设备的视野内,所述手术台和所述设备之间的通信连接是否断开,套管是否从所述铰接臂脱离,以及所述铰接臂是否不能跟踪所述身体开口的移动。

22. 一种补偿手术台和计算机辅助医疗设备的集成运动的方法,所述方法包括:

解锁所述计算机辅助医疗设备的铰接臂的一个或更多个关节,所述铰接臂被配置为至少具有安装在其上的套管、内窥镜或器械,所述套管、所述内窥镜或所述器械被配置为在身体开口处插入患者内;

接收来自所述手术台的手术台移动请求;

确定是否应当准予所述手术台移动请求;

允许所述手术台基于所述确定来执行所述手术台移动请求；

使用所述一个或更多个第一关节以允许所述铰接臂基于由于执行的手术台移动而引起的在所述身体开口处由所述患者的体壁施加的力来跟踪所述身体开口的移动；并且

通过执行所述铰接臂的一个或更多个第二关节的补偿运动来补偿由于跟踪的移动而引起的所述套管、所述内窥镜或所述器械的姿态的变化。

23. 根据权利要求22所述的方法，进一步包括监测所述一个或更多个第一关节以确定所述一个或更多个第一关节中的任何第一关节是否处于相应的运动范围限度。

24. 根据权利要求23所述的方法，其中当所述一个或更多个第一关节中的相应一个被确定为处于相应的运动范围限度时，所述方法进一步包括禁止手术台移动请求的进一步准予，直到所述一个或更多个第一关节中的相应一个不再处于相应的运动范围限度。

25. 根据权利要求23所述的方法，其中当所述一个或更多个第一关节中的相应一个被确定为处于相应的运动范围限度时，所述方法进一步包括限制被准予的手术台移动请求的类型。

26. 根据权利要求25所述的方法，其中限制被准予的手术台移动请求的类型包括：当所述手术台移动请求导致所述一个或更多个第一关节中的相应第一关节朝向相应的运动范围限度运动时禁止所述手术台移动请求。

27. 根据权利要求25所述的方法，其中限制被准予的手术台移动请求的类型包括：基于在所述手术台移动请求被准予的情况下可能导致的计划移动来禁止所述手术台移动请求。

28. 根据权利要求22所述的方法，进一步包括：接收来自操作者的器械运动命令，并且将所述器械运动命令叠加在由所述一个或更多个第二关节执行的补偿运动上。

29. 根据权利要求22所述的方法，进一步包括确定所述手术台和所述设备之间的配准变换。

30. 根据权利要求22所述的方法，进一步包括校正由于所述一个或更多个第一关节的解锁而引起的所述器械的姿态的变化。

31. 根据权利要求22所述的方法，其中当少于三个的铰接臂被对接到所述患者时，被准予的手术台移动请求的类型被限于高度调整请求。

32. 根据权利要求22所述的方法，进一步包括：监测所述身体开口的移动，以确定所述身体开口的移动是否与执行的手术台移动一致。

33. 根据权利要求22所述的方法，其中确定是否应当准予所述手术台运动包括：确定是否满足一个或更多个条件，所述一个或更多个条件中的每个选自于由以下各项组成的组：是否防止所述手术台的基座移动，是否防止所述设备的基座移动，成像设备是否被插入所述患者内，所述器械是否被插入所述患者内，操作者是否出现在操作者工作站处并且正在主动控制所述器械，所述器械的末端执行器是否位于所述成像设备的视场内，所述手术台和所述设备之间的通信连接是否存在，所述身体开口是否能够支持集成台运动，是否满足集成台运动支持正在执行的程序，以及集成手术台运动是否支持所述器械。

34. 一种包括多个机器可读指令的非暂时性机器可读介质，所述机器可读指令在由与计算机辅助医疗设备相关联的一个或更多个处理器执行时适于使所述一个或更多个处理器执行包括以下步骤的方法：

解锁所述计算机辅助医疗设备的铰接臂的一个或更多个关节，所述铰接臂被配置为至

少具有安装在其上的套管、内窥镜或器械,所述套管、所述内窥镜或所述器械被配置为在身体开口处插入患者体内;

接收来自手术台的手术台移动请求;

确定是否应当准予所述手术台移动请求;

允许所述手术台基于所述确定来执行所述手术台移动请求;

使用所述一个或更多个第一关节以允许所述铰接臂基于由于执行的手术台移动而引起的在所述身体开口处由所述患者的体壁施加的力来跟踪所述身体开口的移动;并且

通过执行所述铰接臂的一个或更多个第二关节的补偿运动来补偿由于跟踪的移动而引起的所述套管、所述内窥镜或所述器械的姿态的变化。

35. 根据权利要求34所述的非暂时性机器可读介质,其中所述方法进一步包括监测所述一个或更多个第一关节以确定所述一个或更多个第一关节中的任何第一关节是否处于相应的运动范围限度。

36. 根据权利要求35所述的非暂时性机器可读介质,其中当所述一个或更多个第一关节中的相应一个被确定为处于相应的运动范围限度时,所述方法进一步包括禁止手术台移动请求的进一步准予,直到所述一个或更多个第一关节中的相应一个不再处于相应的运动范围限度。

37. 根据权利要求35所述的非暂时性机器可读介质,其中当所述一个或更多个第一关节中的相应一个被确定为处于相应的运动范围限度时,所述方法进一步包括限制被准予的手术台移动请求的类型。

38. 根据权利要求37所述的非暂时性机器可读介质,其中限制被准予的手术台移动请求的类型包括:当所述手术台移动请求导致所述一个或更多个第一关节中的相应第一关节朝向相应的运动范围限度运动时禁止所述手术台移动请求。

39. 根据权利要求37所述的非暂时性机器可读介质,其中限制被准予的手术台移动请求的类型包括:基于在所述手术台移动请求被准予的情况下可能导致的计划移动来禁止所述手术台移动请求。

40. 根据权利要求34所述的非暂时性机器可读介质,其中所述方法进一步包括:接收来自操作者的器械运动命令,并且将所述器械运动命令叠加在由所述一个或更多个第二关节执行的补偿运动上。

41. 根据权利要求34所述的非暂时性机器可读介质,其中所述方法进一步包括确定所述手术台和所述设备之间的配准变换。

42. 根据权利要求34所述的非暂时性机器可读介质,其中所述方法进一步包括校正由于所述一个或更多个第一关节的解锁而引起的所述器械的姿态的变化。

43. 根据权利要求34所述的非暂时性机器可读介质,其中当少于三个的铰接臂被对接到所述患者时,被准予的手术台移动请求的类型被限于高度调整请求。

44. 根据权利要求34所述的非暂时性机器可读介质,其中所述方法进一步包括:监测所述身体开口的移动,以确定所述身体开口的移动是否与执行的手术台移动一致。

45. 根据权利要求34所述的非暂时性机器可读介质,其中确定是否应当准予所述手术台运动包括:确定是否满足一个或更多个条件,所述一个或更多个条件中的每个选自于由以下各项组成的组:是否防止所述手术台的基座移动,是否防止所述设备的基座移动,成像

设备是否被插入患者内,所述器械是否被插入患者内,操作者是否出现在操作者工作站处并且正在主动控制所述器械,所述器械的末端执行器是否位于所述成像设备的视场内,所述手术台和所述设备之间的通信连接是否存在,所述身体开口是否能够支持集成台运动,是否满足集成台运动支持正在执行的程序,以及集成手术台运动是否支持所述器械。

用于集成手术台的系统和方法

[0001] 相关申请

[0002] 本公开要求于2014年10月27日提交的标题为“用于集成操作台的系统和方法 (System and Method for Integrated Operating Table)”的美国临时专利申请US62/134,207以及于2015年3月17日提交的标题为“用于集成手术台的系统和方法 (System and Method for Integrated Surgical Table Icons)”的美国临时专利申请US62/134,270的优先权,这两个申请通过引用以其整体并入本文。

技术领域

[0003] 本公开总体上涉及具有铰接臂的设备的操作,并且更具体地涉及具有铰接臂的设备与集成手术台的操作。

背景技术

[0004] 越来越多的设备正在被自主和半自主电子设备取代。这在现今在手术室、介入套房、加强监护病房、急诊室等中找到大批自主的和半自主的电子设备的医院尤其如此。例如,玻璃和水银温度计由电子温度计取代,静脉滴注管线现在包括电子监测器和流量调节器,并且传统的手持式外科器械正由计算机辅助医疗设备所取代。随着越来越多的自主和半自主设备投入使用,其提供了两个或更多个设备协作以实现共同目标的机会。

[0005] 经常期望外科医生或手术室工作人员能相对于用作外科操纵器组件的计算机辅助设备的操纵臂移动操作台或手术台上的患者,以便改善或优化对患者的内部解剖结构的进入或可视化。例如,外科医生可能希望在外科程序期间执行器官的重力辅助退缩。因为患者的器官将随着手术台的倾斜而移动,为了安全起见,在移动手术台之前从患者移除外科器械。于是,在许多常规的远程操作的外科系统中,为了执行这种退缩,操纵臂必须通过身体开口(诸如切口部位和/或身体孔口)从插入到患者内的套管和器械脱离,使得身体开口可以安全地移动,手术台必须随后被移动到被估计为适合于目标器官的退缩的新位置,并且随后将操纵器与患者重新对接。这个方法可能是耗时且麻烦的。此外,这个过程可以涉及多次迭代,因为在移动手术台之前通常也从患者移除内窥镜以提高安全性,使得手术工作空间的可视化丧失,并且新位置通常是有根据的猜测,其可能准确或可能不准确或不足以适当地执行退缩。为了避免重复的迭代,医生经常“过度校正”并且选择比所需的更陡的位置和取向以确保发生所期望的重力辅助退缩。这种过度校正可能导致患者安全问题,因为某些取向,诸如患者的头向下的取向,可能不能被患者所容忍,特别是通常在这种取向上呼吸困难的个子较大的患者。此外,由于从患者移除器械并且从套管移除操纵臂,所以器械不能由医生使用而用于辅助退缩,诸如可以在传统的腹腔镜程序中完成。

[0006] 因此,有利的是具有允许在手术台中移动的系统和方法,而无需首先从患者移除具有操纵器和器械组件的计算机辅助设备。

发明内容

[0007] 有利地,根据本发明的系统和方法允许(带有患者的)手术台相对于外科器械操纵臂移动,而不必首先从患者移除操纵器控制的外科器械并使操纵器与保持插入患者中的套管脱离。在一个方面,首先在具有操纵臂的计算机辅助医疗设备和手术台之间建立双向通信。在建立这种通信之后,然后手术台运动中的运动的控制受到计算机辅助设备的控制,使得在没有首先接收到来自计算机辅助设备的许可和/或批准的情况下不允许物理手术台运动。

[0008] 在一个方面中,当患者移动时,手术室工作人员中的一个(例如麻醉师)将启动移动(例如,通过按压手术台命令单元上的按钮)。用于期望移动的期望命令(例如,调整特伦德伦伯卧位取向以升高或降低患者的头部,向左倾斜患者或向右倾斜患者和/或升高或降低台面)经由通信链路被中继到计算机辅助设备。用于计算机辅助设备的控制器然后基于集成系统的当前状况或状态(例如物理的、电气的和/或软件的状况)来确定期望的移动是否是可允许的。然后通过返回到手术台的消息来批准或拒绝手术台移动请求。当手术台移动请求被批准时,允许手术台以增量方式(例如,距离、角度或时间的增量)在命令方向上移动,如下所述。此外,在某些方面中,台的运动速度被控制为是足够快的以允许外科医生经由成像设备(诸如内窥镜)来观察组织运动,以查看由重力引起的有效组织移动,并且是足够慢的以便对于手术台或计算机辅助设备附近的患者或人员没有明显的危险。在一个方面,期望在运动期间将手术台移动控制为小于每秒3度(例如每秒约1.5度)。这个速率提供合适的移动而以有效的方式重新定位手术台,但是足够慢以便来自控制系统的间歇性许可防止有问题的计算机辅助设备状况和/或对患者的伤害发展。

[0009] 在另一方面中,当计算机辅助设备在手术台运动期间检测到操纵臂的状态的相关变化(例如,接近铰接关节中的运动范围限度)时,计算机辅助设备使手术台运动停止以防止对患者或工作人员的伤害和/或对仪器的损坏。对于每个单独的台控制按钮按压和/或命令流(例如,按钮按压状态),快速连续地(例如每隔10ms)重复这种请求移动、批准或拒绝请求、然后移动的循环。只要计算机辅助设备状态被认为是“安全的”或是可接受的,手术台移动请求就被计算机辅助设备批准,并且手术台可以在由操作者命令的任何方向上自由移动。

[0010] 在一个方面中,当拒绝手术台移动请求时,或者在计算机辅助设备诸如由于计算机辅助设备中的运动范围限度而中断当前执行的手术台移动的情况下,手术台运动被限制以在系统的使用中提供增加的安全性。在一些示例中,手术台和计算机辅助设备之间的运动学映射被用于确定导致远离运动范围限度和/或不安全状况的远程运动中心速度和/或关节速度的手术台运动。在一些示例中,手术台运动被限制为在创建拒绝/停止条件将被批准的手术台运动的相反方向上的运动。在一些示例中,当手术台运动导致两个或更多个铰接臂接近和/或达到相反的运动范围限度时,不允许进一步的手术台运动。

[0011] 在某些方面中,手术台围绕通常称为等中心点的空间中的单个点(虚拟运动中心点)移动。在一个实现方式中,例如,这个等中心点大致居中位于手术台的铰接式结构之上,并且稍微在手术台的台面上方(例如大约35cm)处,以考虑典型的患者体型、吹入、手术台填充物和/或诸如此类。因此,在手术台以其特伦德伦伯卧位调整移动时,台表面行进通过微小的“碟形”弧。手术台倾斜自由度可以类似地关于等中心点移动,或者其可以关于空间中的另一个点移动,诸如支撑台面的柱的顶部。手术台还可以包括关于等中心点或者另一个

点定义的偏摆自由度。等中心点通常位于患者体内,关于台面大约在典型的手术部位和/或身体开口的高度(诸如切口部位或身体孔口)处。在一些实现方式中,等中心点关于台机构是固定的,并且在其它实现方式中可以限定等中心点(例如高度和/或位置)以适应各种患者的体型以及手术部位的位置。

[0012] 在某些方面中,计算机辅助设备可以向手术台提供等中心点的XYZ笛卡尔坐标,随后是特定的滚转-俯仰-偏摆角运动命令,以实现患者移动。这样的运动可以为外科医生提供增强的临床能力,因为在一些情况下,它们使得患者的体壁中的相关身体开口的总运动最小化,这样使器械插入通过的身体开口处的物理创伤最小化。在一个方面中,这样的运动命令可以由外科医生对用于执行程序的外科器械或器械的外科手术控制器的运动来产生。通过在第一操作模式中描述的相同通信链路将XYZ-滚转-俯仰-偏摆坐标和命令发送到手术台。应当注意,为了使这种等中心运动发生,计算机辅助设备应当获知手术台相对于计算机辅助设备的位置和/或取向。这种关系可以由使用者输入或由计算机辅助设备通过任何合适的手段确定。在一个方面中,这种关系可以通过配准来确定,诸如于2014年3月17日提交的标题为“用于远程手术台配准的方法及设备(Methods and Devices for Tele-surgical Table Registration)”的美国临时专利申请US61/954,538中所描述的,或者这种关系可以通过定位手段来确定或估计,诸如于2014年3月17日提交的标题为“使用置信标记的台姿态跟踪的方法及设备(Methods and Devices for Table Pose Tracking using Fiducial Markers)”的美国临时专利申请号61/954,559中所描述的,这些申请各自出于所有目的通过引用以其整体并入本文。

[0013] 在计算机辅助设备中,多自由度操纵器保持外科器械,并且进而多连杆装配臂关于机械地面保持操纵器。操纵器是远程操作的,并且装配臂可以用手移动。机械制动器可以用于将连杆保持在适当位置(关节的硬件锁定),并且此外,机动关节可以用于将未制动的连杆保持在适当位置(关节的软件锁定)。在一些方面中,一些或所有机械制动器可以被释放,使得整个装配臂/操纵臂可以“浮动”(呈现有效地失重),或者整个装配臂/操纵臂的一部分可以浮动。在一些情况下,这种制动器(硬件和/或软件)的释放被称为离合(clutch)。通过离合与关节相关联的制动器,可以允许连杆移动。当铰接臂被离合时,其可以是机械平衡的,并且被控制以在空间中保持静止,直到移动。在一些方面中,外部移动来自器械牵引,其中当患者移动时(例如通过移动手术台)由患者的体壁作用于套管的力导致了离合的臂关节的位置和/或取向的变化。

[0014] 在具有与本文所述的实施例相同或相似的运动学的某些常规远程操作的外科操纵器系统中,不建议在通过套管将器械插入患者的同时移动患者。在这样的系统中,当前的装配臂关节可能不具有足够低的摩擦力以允许通过患者的体壁牵引器械,并且更重要的是,当前没有方法能用于在其中一个离合关节到达运动范围限度的情况下停止手术台运动。在这些条件下继续移动带有患者的手术台可能导致对患者的伤害,特别是在器械被插入通过其中的身体开口处的伤害。因此,“互锁”方面允许在计算机辅助设备确定或检测到不安全的(或即将发生的不安全的)状况的情况下使手术台移动但能安全地停止。

[0015] 在一个方面中,撤回特征(即“返回到来的路上”)允许手术台沿着其紧接在前的运动路径移回,并且可以进一步允许或能够实现其他方向接近或患者运动。在安全性方面,当计算机辅助设备检测到不安全状况时,通常禁止所有的计算机辅助设备和手术台运动,并

且不许可运动,直到不安全状况解决为止。在没有这种撤回特征的情况下,当手术台(经由来自计算机辅助设备的自动命令)停止时,手术台可能不能再次移动,因为计算机辅助设备将处于不安全状况(例如,所生成的“停止”命令仍然存在的状况)。因此,通过使用先前已知的位置/移动,撤回特征确保安全的手术台移动,因为许可沿着导致不安全状况的路径返回。虽然沿着某些其它轴线的运动可能是“安全的”,但是不知道这样的轴线是安全的。在某些实施例中,等中心运动能力是超越系统的互锁特性的进步。

[0016] 通过使用本文所述的方法和系统,外科医生能够以安全的方式移动患者,因为计算机辅助设备可以在经由套管向患者施加较大的力之前命令手术台停止。然后手术台运动可以被反转“返回其来的路上”,以防止保持在不安全的或潜在在不安全的姿态,直到所检测到的状况被解决。

[0017] 与一些实施例一致,计算机辅助医疗设备包括具有一个或更多个第一关节和一个或更多个第二关节的铰接臂以及耦连到第一关节和第二关节的控制单元。铰接臂被配置为至少具有安装在一个或更多个第一关节和一个或更多个第二关节的远侧的套管、内窥镜或器械。套管、内窥镜或器械被配置为在身体开口处插入患者内。为了支持与经由通信连接耦连到设备的手术台的集成运动,控制单元被配置为解锁一个或更多个第一关节,接收来自手术台的手术台移动请求,确定是否应当准予手术台移动请求,允许手术台基于该确定来执行手术台移动请求,使用一个或更多个第一关节以允许铰接臂基于由于执行的手术台移动而引起的在身体开口处由患者的体壁施加的力来跟踪身体开口的移动,并且通过执行一个或更多个第二关节的补偿运动来补偿由于跟踪移动而引起的套管、内窥镜或器械的姿态的变化。

[0018] 与一些实施例一致,一种补偿手术台和计算机辅助医疗设备的集成运动的方法包括解锁计算机辅助医疗设备的铰接臂的一个或更多个关节。铰接臂至少具有安装到其上的套管、内窥镜或器械。套管、内窥镜或器械被配置为在身体开口处插入患者内。方法进一步包括:接收来自手术台的手术台移动请求,确定是否应当准予手术台移动请求,允许手术台基于该确定来执行手术台移动请求,使用一个或更多个第一关节以允许铰接臂基于由于执行的手术台移动而引起的在身体开口处由患者的体壁施加的力来跟踪身体开口的移动,并且通过执行铰接臂的一个或更多个第二关节的补偿运动来补偿由于跟踪移动而引起的套管、内窥镜或器械的姿态的变化。

[0019] 与一些实施例一致,一种包括多个机器可读指令的非暂时性机器可读介质,机器可读指令在由与计算机辅助医疗设备相关联的一个或更多个处理器执行时适于使一个或更多个处理器来执行方法。该方法包括解锁计算机辅助医疗设备的铰接臂的一个或更多个关节。铰接臂至少具有安装到其上的套管、内窥镜或器械。套管、内窥镜或器械被配置为在身体开口处插入患者内。该方法进一步包括:接收来自手术台的手术台移动请求,确定是否应当准予手术台移动请求,允许手术台基于该确定来执行手术台移动请求,使用一个或更多个第一关节以允许铰接臂基于由于执行的手术台移动而引起的在身体开口部位处由患者的体壁施加的力来跟踪身体开口的移动,并且通过执行铰接臂的一个或更多个第二关节的补偿运动来补偿由于跟踪移动而引起的套管、内窥镜或器械的姿态的变化。

附图说明

- [0020] 图1是根据一些实施例的计算机辅助系统的简化图。
- [0021] 图2是示出根据一些实施例的计算机辅助系统的简化图。
- [0022] 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图。
- [0023] 图4是根据一些实施例的集成手术台运动的方法的简化图。
- [0024] 图5是根据一些实施例的准备手术台以及用于手术中的台运动的计算机辅助设备的过程的简化图。
- [0025] 图6是根据一些实施例的手术台命令单元的一部分的简化图。
- [0026] 图7是根据一些实施例的用于执行手术台运动的过程的简化图。
- [0027] 图8是根据一些实施例的用于手术台跟踪的过程的简化图。
- [0028] 图9是根据一些实施例的用于监测手术台跟踪的过程的简化图。
- [0029] 图10是根据一些实施例的用户接口的简化图。
- [0030] 图11A-11G是示出结合了本文所述的集成计算机辅助设备和可移动手术台特征的各种计算机辅助设备系统架构的简化示意图。
- [0031] 在附图中,具有相同标号的元件具有相同或类似的功能。

具体实施方式

[0032] 在以下描述中,阐明了具体细节以便描述与本公开一致的一些实施例。然而,对于本领域技术人员显而易见的是,可以实践一些实施例而无需这些特定细节中的一些或所有细节。本文公开的具体实施例是示例性的,而不是限制性的。尽管没有特别说明,但是本领域的技术人员可以实现落入本公开的范围和精神内的其他要素。此外,为了避免不必要的重复,示出和描述的与一个实施例相关的一个或更多个特征可以合并到其他实施例中,除非另外具体说明或者一个或更多个特征会使实施例无功能。术语“包括”意味着包括但不限于,并且所包括的一个或更多个单独的项目中的每个应当被认为是可选的,除非另有说明。类似地,术语“可以”表示项目是可选的。

[0033] 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包括具有一个或更多个可移动臂或铰接臂120的设备110。一个或更多个铰接臂120中的每个支撑一个或更多个末端执行器。在一些实例中,设备110可以与计算机辅助外科设备一致。一个或更多个铰接臂120各自为安装到铰接臂120中的至少一个的远端的一个或更多个器械、外科器械、成像设备和/或诸如此类提供支撑。设备110可以进一步耦连到操作者工作站(未示出),操作者工作站可以包括用于操作该设备110、一个或更多个铰接臂120和/或末端执行器的一个或更多个主控制装置。在一些实施例中,设备110和操作者工作站可以对应于由加利福尼亚州的Sunnyvale的直观外科手术公司(Intuitive Surgical, Inc.)商售的da Vinci®外科系统。在一些实施例中,具有其他配置、更少或更多铰接臂和/或类似装置的计算机辅助外科设备可以可选地与计算机辅助系统100一起使用。

[0034] 设备110经由接口耦连至控制单元130。接口可以包括一个或更多个无线链路、线缆、连接器和/或总线,并且可以进一步包括具有一个或更多个网络交换和/或路由设备的一个或更多个网络。控制单元130包括耦连至存储器150的处理器140。控制单元130的操作由处理器140来控制。并且,尽管控制单元130显示只有一个处理器140,可以理解的是处理器140可以代表在控制单元130中的一个或更多个中央处理单元、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/或类似设备。控制单元130可以被实现为加入到计算设备中的单机子系统和/或板,或是实现为虚拟机。在一些实施例中,控制单元可以作为操作者工作站的一部分被包括,和/或与操作者工作站分开但是协同操作。

[0035] 存储器150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更多个数据结构。存储器150可以包括一种或多种类型的机器可读介质。一些普通形式的机器可读介质可以包括软盘、软磁盘、硬盘、磁带、任何其他磁性介质、CD-ROM、任何其他光学介质、穿孔卡、纸带、具有孔洞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读取的任何其他介质。

[0036] 如所示的,存储器150包括支持设备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可以包括一个或更多个应用程序编程接口 (API),用于从设备110接收位置、运动和/或其他传感器信息,与和其他设备(诸如手术台和/或成像设备)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/或辅助设备110、铰接臂120和/或设备110的末端执行器的运动。并且,尽管运动控制应用程序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/或硬件和软件的组合来实现。

[0037] 在一些实施例中,可以在手术室和/或介入套房中找到计算机辅助系统100。并且,尽管计算机辅助系统100仅包括具有两个铰接臂120的一个设备110,但是普通技术人员将理解,计算机辅助系统100可以包括具有与设备110类似和/或不同设计的铰接臂和/或末端执行器的任何数量的设备。在一些示例中,这些设备中的每个可以包括更少或更多的铰接臂和/或末端执行器。

[0038] 计算机辅助系统100进一步包括手术台170。类似于一个或更多个铰接臂120,手术台170支持台面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的铰接移动可以包括用于改变台面180的高度、倾斜度、滑动、特伦德伦伯卧位 (Trendelenburg) 取向和/或类似方面的支撑件。尽管未示出,但手术台170可以包括一个或更多个控制输入装置,诸如用于控制台面180的位置和/或取向的手术台命令单元。在一些实施例中,手术台170可以对应于由德国Trumpf Medical Systems GmbH商售的一种或多种手术台。

[0039] 手术台170也经由对应的接口耦合到控制单元130。该接口可以包括一个或更多个无线链路、线缆、连接器和/或总线,并且可以进一步包括具有一个或更多个网络交换和/或路由设备的一个或更多个网络。在一些实施例中,手术台170可以耦合到与控制单元130不同的控制单元。在一些示例中,运动控制应用程序160可以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/或其它传感器信息的一个或更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可以规划和/或辅助手术台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可以有助于与碰撞避免相关联的运动规划,适应和/或避免关节和连杆中的运动范围限度、铰接臂、器械、末端执行器、手术台部件和/或诸如此类的移动来补偿铰接臂、器械、末端执行器、手术台部件和/或诸如此类中的其它运动,调整观察设备(诸如内窥镜)以在该观察设备的视场内维持和/或放置感兴趣的区域和/或一个或更多个器械或末端执行器。在一些示例中,运动控制应用程序160可以阻止手术台170和/或台面180的运动,诸如通过使用手术台命令单元来阻止手术台170和/或台面180的移动。在一些示例中,运动控制应用程序160可以帮助将设备110与手术台170配准,

使得设备110和手术台170之间的几何关系是已知的。在一些示例中,该几何关系可以包括为设备110和手术台170维持的坐标系之间的平移和/或一次或多次旋转。

[0040] 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可以与计算机辅助系统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和手术台280的计算机辅助设备210。虽然在图2中未示出,但是计算机辅助设备210和手术台280使用一个或更多个接口和一个或更多个控制单元而耦连在一起,使得至少关于手术台280的运动学信息对于用于执行计算机辅助设备210的铰接臂的运动的运动控制应用程序是已知的。

[0041] 计算机辅助设备210包括各种连杆和关节。在图2的实施例中,计算机辅助设备通常分为三组不同的连杆和关节。从具有移动推车或患者侧推车215的近端开始的是装配结构220。耦连到装配结构的远端的是形成铰接臂的一系列连杆和装配关节240。并且耦连到装配关节240的远端的是多关节操纵器260。在一些示例中,一系列装配关节240和操纵器260可以对应于铰接臂120中的一个。并且,尽管计算机辅助设备仅示出具有一个系列的装配关节240和对应的操纵器260,但是普通技术人员将理解,计算机辅助设备可以包括多于一个系列的装配关节240和对应的操纵器260,使得计算机辅助设备配备有多个铰接臂。

[0042] 如所示的,计算机辅助设备210被安装在移动推车215上。移动推车215使得计算机辅助设备210能够诸如在手术室之间或在手术室内从一个地点被运送到另一地点,以更好地将计算机辅助设备安置在手术台180附近。装配结构220被安装在移动推车215上。如图2所示,装配结构220包括两部分式柱,该柱包括柱连杆221和222。耦连到柱连杆222的上端或远端的是肩关节223。耦连到肩关节223的是包括吊杆连杆224和225的两部分式吊杆。在吊杆连杆225的远端处是腕关节226,并且耦连到腕关节226的是臂安装平台227。

[0043] 装配结构220的连杆和关节包括用于改变臂安装平台227的位置和取向(即姿态)的各种自由度。例如,两部分式柱被用于通过沿着轴线232上下移动肩关节223来调整臂安装平台227的高度。臂安装平台227额外通过使用肩关节223来围绕移动推车215、两部分式柱和轴线232旋转。臂安装平台227的水平位置通过使用两部分式吊杆沿轴线234来被调整。并且,臂安装平台227的取向也可以通过使用腕关节226围绕臂安装平台取向轴线236的旋转来被调整。因此,受制于装配结构220中的连杆和关节的运动限度,臂安装平台227的位置可以通过使用两部分式柱在移动推车215上方竖直地被调整。臂安装平台227的位置也可以分别使用两部分式吊杆和肩关节223围绕移动推车215径向地或成角度地被调整。并且,臂安装平台227的角取向也可以通过使用腕关节226来被改变。

[0044] 臂安装平台227被用作一个或更多个铰接臂的安装点。调整臂安装平台227围绕移动推车215的高度、水平位置和取向的能力提供了用于将一个或更多个铰接臂围绕将要进行操作或程序的位于移动推车215附近的工作空间进行安置和取向的灵活装配结构。例如,臂安装平台227可以安置在患者上方,使得各种铰接臂及其对应的操纵器和器械具有足够的运动范围以对患者执行外科程序。图2示出了使用第一装配关节242耦连到臂安装平台227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,多个铰接臂可以通过使用附加的第一装配关节而被耦连到臂安装平台227。

[0045] 第一装配关节242形成铰接臂的装配关节240部段的最近侧部分。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至少包括经由一个或更多个关

节(未明确示出)耦连的连杆244和246。装配关节240的关节和连杆包括使用第一装配关节242使装配关节240围绕轴线252相对于臂安装平台227旋转、调整第一装配关节242和连杆246之间的径向或水平距离、沿着轴线254调整连杆246的远端处的操纵器安装件262相对于臂安装平台227的高度以及使操纵器安装件262围绕轴线254旋转的能力。在一些示例中,装配关节240可以进一步包括附加的关节、连杆和轴线,允许附加的自由度以改变操纵器安装件262相对于臂安装平台227的姿态。

[0046] 操纵器260经由操纵器安装件262耦连到装配关节240的远端。操纵器260包括附加的关节264和连杆266,其中器械托架268被安装在操纵器260的远端。器械270被安装到器械托架268。器械270包括轴272,轴272沿着插入轴线对准。轴272通常是对准的,使得其穿过与操纵器260相关联的远程运动中心274。远程运动中心274的位置通常相对于操纵器安装件262维持固定的平移关系,使得操纵器260中的关节264的操作导致轴272围绕远程运动中心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、使用放置在允许用于关节264的运动上的软件约束和/或两者的组合来维持远程运动中心274相对于操纵器安装件262的固定平移关系。使用通过使用关节和连杆中的物理约束来维持的远程运动中心的计算机辅助外科设备的代表性实施例被描述在2013年5月13日提交的标题为“用于硬件约束的远程中心机器人操纵器的冗余轴线和自由度 (Redundant Axis and Degree of Freedom for Hardware-Constrained Remote Center Robotic Manipulator)”的美国专利申请US13/906,888中,并且使用由软件约束维持的远程运动中心的计算机辅助外科设备的代表性实施例被描述在2005年5月19日提交的标题为“用于外科手术和其他应用的软件中心和可高度配置的机器人系统 (Software Center and Highly Configurable Robotic Systems for Surgery and Other Uses)”的美国专利US8,004,229中,这些文献的说明书通过引用以其整体并入本文。在一些示例中,远程运动中心274可以对应于患者278中的身体开口(诸如切口部位或身体孔口)的位置,其中轴272被插入到患者278中。因为远程运动中心274对应于身体开口,所以当使用器械270时,远程运动中心274相对于患者278保持静止,以限制在远程运动中心274处的患者278的解剖结构上的应力。在一些示例中,轴272可以可选地穿过位于身体开口处的套管(未示出)。在一些示例中,具有相对较大的轴或引导管外直径(例如4-5mm或更大)的器械可以使用套管穿过身体开口,并且对于具有相对较小的轴或引导管外直径(例如2-3mm或更小)的器械可以可选地省略套管。

[0047] 在轴272的远端处是末端执行器276。由于关节264和连杆266导致的操纵器260中的自由度可以允许至少控制轴272和/或末端执行器276相对于操纵器安装件262的滚转、俯仰和偏摆。在一些示例中,操纵器260中的自由度可以进一步包括使用器械托架268前进和/或撤回轴272的能力,使得末端执行器276可以相对于远程运动中心274沿着插入轴线前进和/或撤回。在一些示例中,操纵器260可以与用于与由加利福尼亚州Sunnyvale的直观外科手术公司(Intuitive Surgical, Inc.)商售的da Vinci®外科系统一起使用的操纵器一致。在一些示例中,器械270可以是诸如内窥镜的成像设备、夹具、诸如烧灼器或手术刀的外科器械和/或诸如此类。在一些示例中,末端执行器276可以包括附加的自由度,诸如滚转、俯仰、偏摆、抓握和/或诸如此类,其允许末端执行器276的各部分相对于轴272的远端的额外的定位操纵。

[0048] 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

台座282和台面284,其中台座282位于移动推车215附近,使得器械270和/或末端执行器276可以由计算机辅助设备210操纵,同时器械270的轴272在身体开口处插入到患者278体内。手术台280进一步包括铰接式结构290,该铰接式结构290包括台座282和台面284之间的一个或更多个关节或连杆,使得控制台面284相对于台座280的相对位置,并且因而控制患者278相对于台座280的相对位置。在一些示例中,铰接式结构290可以被配置成使得相对于可以位于台面284上方的点处的虚拟定义的台运动等中心点286来控制台面284。在一些示例中,等中心点286可以位于患者278的体内。在一些示例中,等中心点286可以在身体开口之一(诸如对应于远程运动中心274的身体开口部位)处或附近与患者的体壁并置。

[0049] 如图2所示,铰接式结构290包括高度调整关节292,使得台面284可以相对于台座282升高和/或降低。铰接式结构290进一步包括关节和连杆,以改变台面284相对于等中心点286的倾斜度294和特伦德伦伯卧位296取向。倾斜度294允许台面284从一侧向另一侧倾斜,使得患者278的右侧或左侧相对于患者278的另一侧向上旋转(即围绕台面284的纵向轴线或头到脚(头-尾)轴线)。特伦德伦伯卧位296允许台面284旋转,使得患者278的足部抬高(特伦德伦伯卧位)或者患者278的头部抬高(反向特伦德伦伯卧位)。在一些示例中,可以调整倾斜度294和/或特伦德伦伯卧位296的旋转以产生围绕等中心点286的旋转。铰接式结构290进一步包括附加的连杆和关节298,以使台面284沿着纵向(头-尾)轴线相对于台座282滑动,通常具有如图2所示的左和/或右运动。

[0050] 图11A-11G是示出结合了本文所述的集成计算机辅助设备和可移动手术台特征的各种计算机辅助设备系统架构的简化示意图。各种所示的系统部件依照本文所描述的原理。在这些图示中,为了清楚起见,这些部件被简化,并且没有示出各种细节,诸如各个连杆、关节、操纵器、器械、末端执行器等,但是它们应当被理解为结合在各种图示的部件中。

[0051] 在这些架构中,没有示出与一个或更多个外科器械或器械组相关联的套管,并且应当理解,套管和其它器械引导设备可选地可以用于具有相对较大的轴或引导管外直径(例如4-5mm或更大)的器械或器械组,并且可选地对于具有相对较小的轴或引导管外直径(例如2-3mm或更小)的器械是可以省略的。

[0052] 同样在这些架构中,远程操作的操纵器应当被理解为包括在外科手术期间通过使用硬件约束(例如固定的相交的器械俯仰轴线、偏摆轴线和滚转轴线)或软件约束(例如软件约束的相交的器械俯仰轴线、偏摆轴线和滚转轴线)来限定远程运动中心的操纵器。可以限定这种器械旋转轴线的混合(例如硬件约束的滚转轴线和软件约束的俯仰轴线和偏摆轴线)。此外,一些操纵器可以在程序期间不限定和约束任何外科器械旋转轴线,并且一些操纵器可以在程序期间限定和约束仅一个或两个器械旋转轴线。

[0053] 图11A示出了可移动手术台1100和单器械计算机辅助设备1101a。手术台1100包括可移动的台面1102以及从机械接地的近侧基座1104延伸以在远端处支撑台面1102的台支撑结构1103。在一些示例中,手术台1100可以与手术台170和/或280一致。计算机辅助设备1101a包括远程操作的操纵器和单器械组件1105a。计算机辅助设备1101a也包括支撑结构1106a,支撑结构1106a在近侧基座1107a处机械接地并且延伸以支撑远端处的操纵器和器械组件1105a。支撑结构1106a被配置成允许组件1105a关于手术台1100移动并保持在各种固定姿态中。基座1107a可选地关于手术台1100是永久固定的或是可移动的。手术台1100和计算机辅助设备1101a如本文所述一起操作。

[0054] 图11A进一步示出了可选的第二计算机辅助设备1101b,其示出了可以包括两个、三个、四个、五个或更多个单独的计算机辅助设备,每个计算机辅助设备具有对应的单独的远程操作的操纵器以及由对应的支撑结构1106b支撑的(多个)单器械组件1105b。与计算机辅助设备1101a类似,计算机辅助设备1101b被机械接地,并且组件1105b被摆姿势。手术台1100和计算机辅助设备1101a和1101b一起形成多器械外科系统,并且如本文所述它们一起操作。在一些示例中,计算机辅助设备1101a和/或1101b可以与计算机辅助设备110和/或210一致。

[0055] 如图11B所示,示出了另一个可移动手术台1100和计算机辅助设备1111。计算机辅助设备1111是多器械设备,其包括两个、三个、四个、五个或更多个单独远程操作的操纵器和单器械组件,如代表性的操纵器和器械组件1105a和1105b所示。计算机辅助设备1111的组件1105a和1105b由组合支撑结构1112支撑,组合支撑结构1112允许组件1105a和1105b关于手术台1100作为一组一起移动和摆姿势。计算机辅助设备1111的组件1105a和1105b也各自分别由对应的单独支撑结构1113a和1113b来支撑,这允许每个组件1105a和1105b关于手术台1100且关于一个或更多个其它组件1105a和1105b单独地移动和摆姿势。这种多器械外科系统架构的示例是由直观外科手术公司(Intuitive Surgical, Inc.)商售的da Vinci Si®外科系统和da Vinci®Xi™外科系统。如本文所述的,手术台1100和外科操纵器系统1111一起操作。在一些示例中,计算机辅助设备1111与计算机辅助设备110和/或210一致。

[0056] 图11A和图11B的计算机辅助设备均示出为在地板处机械接地。但是,一个或更多个此类计算机辅助设备可以可选地在墙壁或天花板处机械地接地,并且关于这样的墙壁或天花板面是永久固定的或是可移动的。在一些示例中,计算机辅助设备可以通过使用轨道或网格系统而被安装到墙壁或天花板,该轨道或网格系统允许计算机辅助系统的支撑基座相对于手术台移动。在一些示例中,一个或更多个固定的或可释放的安装夹具可以用于将相应的支撑基座安装到轨道或网格系统。如图11C所示,计算机辅助设备1121a在墙壁处机械接地,并且计算机辅助设备1121b在天花板处机械接地。

[0057] 此外,计算机辅助设备可以经由可移动手术台1100间接地机械接地。如图11D所示,计算机辅助设备1131a耦合到手术台1100的台面1102。计算机辅助设备1131a可以可选地耦合到手术台1100的其它部分,诸如台支撑结构1103或台座1104,如图11D所示的虚线结构所示。当台面1102关于台支撑结构1103或台座1104移动时,计算机辅助设备1131a同样关于台支撑结构1103或台座1104移动。然而,当计算机辅助设备1131a耦合到台支撑结构1103或台座1104时,计算机辅助设备1131a的基座在台面1102移动时关于地面保持固定。当台运动发生时,器械插入患者内的身体开口也可以移动,因为患者的身体可以相对于台面1102移动和改变身体开口位置。因此,对于计算机辅助设备1131a耦合到台面1102的实施例,台面1102用作局部机械接地,并且身体开口关于台面1102移动,并且因此关于计算机辅助设备1131a移动。图11D还示出第二计算机辅助设备1131b,第二计算机辅助设备1131b可以被可选地添加,类似于计算机辅助设备1131a来进行配置以创建多器械系统。包括耦合到手术台的一个或更多个计算机辅助设备的系统如本文所公开的那样操作。

[0058] 在一些实施例中,具有相同的或混合的机械接地的计算机辅助设备的其他组合是可能的。例如,系统可以包括在地板处机械接地的一个计算机辅助设备以及经由手术台机械接地到地板的第二计算机辅助设备。这种混合式机械接地系统如本文所公开的那样操

作。

[0059] 本发明的方面还包括单个身体开口系统,其中两个或更多个外科器械经由单个身体开口进入身体。这样的系统的示例在2010年8月12日提交的标题为“外科系统器械安装(Surgical System Instrument Mounting)”的美国专利US8,852,208和2007年6月13日提交的标题为“微创外科手术系统(Minimally Invasive Surgical System)”的美国专利US9,060,678中示出,这两个文献都通过引用并入。图11E示出了远程操作的多器械计算机辅助设备1141和如上所述的手术台1100。两个或更多个器械1142各自耦连到对应的操纵器1143,并且器械组1142和器械操纵器1143由系统操纵器1144一起移动。系统操纵器1144由支撑组件1145支撑,支撑组件1145允许系统操纵器1144移动到并固定在各种姿态。支撑组件1145与上述描述一致地在基座1146处机械接地。两个或更多个器械1142在单个身体开口处插入患者内。可选地,器械1142一起延伸通过单个引导管,并且引导管可选地延伸穿过套管,如以上引用的参考文献中所述。计算机辅助设备1141和手术台1100如本文所述一起操作。

[0060] 图11F示出了可选地通过耦连到台面1102、台支撑结构1103或台座1104,经由手术台1100机械接地的另一个多器械单个身体开口计算机辅助设备1151。以上参照图11D的描述也适用于图11F中所示的机械接地选项。计算机辅助设备1151和手术台1100如本文所述一起工作。

[0061] 图11G示出了一个或更多个远程操作的多器械单个身体开口计算机辅助设备1161和一个或更多个远程操作的单器械计算机辅助设备1162可以被组合以如本文所述与手术台1100一起操作。计算机辅助设备1161和1162中的每一个可以直接地或经由其他结构以如上所述的各种方式机械接地。

[0062] 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的简化图。如图3所示,运动学模型300可以包括与许多源和/或设备相关联的运动学信息。运动学信息基于用于计算机辅助医疗设备和手术台的连杆和关节的已知运动学模型。运动学信息进一步基于与计算机辅助医疗设备和手术台的关节的位置和/或取向相关联的信息。在一些示例中,与关节的位置和/或取向相关联的信息可以通过测量棱柱形关节的线性位置和转动关节的旋转位置从一个或更多个传感器(诸如编码器)得到。

[0063] 运动学模型300包括几个坐标系或坐标系统和变换(诸如齐次变换(homogeneous transform)),用于将位置和/或取向从坐标系中的一个变换到坐标系中的另一个。在一些示例中,运动学模型300可以用于通过组合由包括在图3中的变换联动装置指出的前向变换和/或反向变换/逆变换来允许在任何其他坐标系中的坐标系之一中的位置和/或取向的前向和/或反向映射。在一些示例中,当这些变换被建模为矩阵形式的齐次变换时,使用矩阵乘法来完成组合。在一些实施例中,运动学模型300可以用于对图2的计算机辅助设备210和手术台280的运动学关系进行建模。

[0064] 运动学模型300包括用于对手术台(诸如手术台170和/或手术台280)的位置和/或取向进行建模的台座坐标系305。在一些示例中,台座坐标系305可以用于相对于与手术台相关联的参考点和/或取向来对手术台上的其它点进行建模。在一些示例中,参考点和/或取向可以与手术台的台座(诸如台座282)相关联。在一些示例中,台座坐标系305可以适于用作计算机辅助系统的世界坐标系。

[0065] 运动学模型300进一步包括台面坐标系310,其可以用于对表示手术台的台面(诸如台面284)的坐标系中的位置和/或取向进行建模。在一些示例中,台面坐标系310可以围绕台面的旋转中心或等中心点(诸如等中心点286)居中。在一些示例中,台面坐标系310的Z轴可以相对于其上放置手术台的地板或表面竖直取向和/或与台面的表面正交。在一些示例中,台面坐标系310的X轴和Y轴可以被取向成捕获台面的纵向(从头到脚)主轴线和侧向(从一侧到另一侧)主轴线。在一些示例中,台座到台面坐标变换315被用于映射台面坐标系310和台座坐标系305之间的位置和/或取向。在一些示例中,手术台的铰接式结构(诸如铰接式结构290)的一个或更多个运动学模型以及过去的和/或当前的关节传感器读数被用于确定台座到台面坐标变换315。在与图2的实施例一致的一些示例中,台座到台面坐标变换315对与手术台相关联的高度、倾斜度、特伦德伦伯卧位和/或滑动设置的组合效应进行建模。

[0066] 运动学模型300进一步包括用于对计算机辅助设备(诸如计算机辅助设备110和/或计算机辅助设备210)的位置和/或取向进行建模的设备基座坐标系。在一些示例中,设备基座坐标系320可以用于相对于与计算机辅助设备相关联的参考点和/或取向来对计算机辅助设备上的其他点进行建模。在一些示例中,参考点和/或取向可以与计算机辅助设备(诸如移动推车215)的设备基座相关联。在一些示例中,设备基座坐标系320可以适于用作计算机辅助系统的世界坐标系。

[0067] 为了跟踪手术台和计算机辅助设备之间的位置和/或取向关系,通常期望在手术台和计算机辅助设备之间进行配准。如图3所示,配准可以用于确定台面坐标系310和设备基座坐标系320之间的配准变换325。在一些实施例中,配准变换325可以是台面坐标系310和设备基座坐标系320之间的部分或全部变换。配准变换325基于手术台和计算机辅助设备之间的架构布置而被确定。

[0068] 在计算机辅助设备被安装到台面1102的图11D和图11F的示例中,配准变换325根据台座到台面坐标变换315来确定,并且得知计算机辅助设备在哪里被安装到台面112。

[0069] 在计算机辅助设备被放置在地板上或安装到墙壁或天花板上的图11A-11C、图11E和图11F的示例中,通过对设备基座坐标系320和台座坐标系305放置一些限制来简化配准变换325的确定。在一些示例中,这些限制包括设备基座坐标系320和台座坐标系305两者在相同的竖直向上的轴线或Z轴上相符合。假设手术台位于水平地板上,房间的墙壁(例如垂直于地板)和天花板(例如平行于地板)的相对取向是已知的,为设备基座坐标系320和台座坐标系305两者或适当的取向变换维持共同的竖直向上的轴或Z轴(或适当的取向变换)是可能的。在一些示例中,因为共同的Z轴,配准变换325可以可选地仅对设备基座相对于台座围绕台座坐标系305的Z轴的旋转关系(例如 θ_z 配准)进行建模。在一些示例中,配准变换325还可以可选地对台座坐标系305和设备基座坐标系320之间的水平偏移(例如XY配准)进行建模。这是可能的,因为计算机辅助设备和手术台之间的竖直(Z)关系是已知的。因此,台座到台面的变换315中的台面的高度的变化类似于设备基座坐标系320中的竖直调整,因为台座坐标系305和设备基座坐标系320中的竖直轴线是相同的或接近相同的,使得台座坐标系305和设备基座坐标系320之间的高度的变化处于彼此的合理公差内。在一些示例中,通过了解台面(或其等中心点)的高度和 θ_z 和/或XY配准,可以将台座到台面的变换315中的倾斜度调整和特伦德伦伯卧位调整映射到设备基座坐标系320。在一些示例中,配准变换325和

台座到台面的变换315可以用于对计算机辅助外科设备进行建模,就好像计算机辅助外科设备被附接到台面,即使在架构上其并没有附接到台面上。

[0070] 运动学模型300进一步包括臂安装平台坐标系330,其被用作与计算机辅助设备的铰接臂上的最近侧的点相关联的共享坐标系的合适模型。在一些实施例中,臂安装平台坐标系330可以与臂安装平台(诸如臂安装平台227)上的便利点相关联并且相对于臂安装平台上的便利点取向。在一些示例中,臂安装平台坐标系330的中心点可以位于臂安装平台取向轴线236上,其中臂安装平台坐标系330的Z轴与臂安装平台取向轴线236对准。在一些示例中,设备基座到臂安装平台的坐标变换335用于映射设备基座坐标系320和臂安装平台坐标系330之间的位置和/或取向。在一些示例中,计算机辅助设备在设备基座和臂安装平台之间的连杆和关节(诸如装配结构220)的一个或更多个运动学模型连同过去的和/或当前的关节传感器读数一起用于确定设备基座到臂安装平台的坐标变换335。在与图2的实施例一致的一些示例中,设备基座到臂安装平台的坐标变换335可以对计算机辅助设备的装配结构部分的两部分式柱、肩关节、两部分式吊杆和腕关节的组合效应进行建模。

[0071] 运动学模型300进一步包括与计算机辅助设备的每个铰接臂相关联的一系列坐标系和变换。如图3所示,运动学模型300包括用于三个铰接臂的坐标系和变换,但是普通技术人员将理解,不同的计算机辅助设备可以包括更少和/或更多(例如,一个、两个、四个、五个或更多)铰接臂。与图2的计算机辅助设备210的连杆和关节的配置一致,根据安装到铰接臂的远端的器械的类型,通过使用操纵器安装件坐标系、远程运动中心坐标系以及器械或摄像机坐标系,对每个铰接臂进行建模。

[0072] 在运动学模型300中,通过使用操纵器安装件坐标系341、远程运动中心(RC)坐标系342、器械坐标系343、臂安装平台到操纵器安装件的变换344、操纵器安装件到远程运动中心的变换345以及远程运动中心到器械的变换346来捕获铰接臂中的第一铰接臂的运动学关系。操纵器安装件坐标系341表示用于表示与操纵器(诸如操纵器260)相关联的位置和/或取向的适当模型。操纵器安装件坐标系341与对应的铰接臂的操纵器安装件(诸如操纵器安装件262)相关联。臂安装平台到操纵器安装件的变换344则基于在臂安装平台和对应的操纵器安装件之间的计算机辅助设备的连杆和关节(诸如对应的装配关节240)的一个或更多个运动学模型以及对应的装配关节240的过去的和/或当前的关节传感器读数。

[0073] 远程运动中心坐标系342与安装在操纵器上的器械的远程运动中心(诸如对应的操纵器260的对应的远程运动中心274)相关联。操纵器安装件到远程运动中心的变换345则基于在对应的操纵器安装件和对应的远程运动中心之间的计算机辅助设备的连杆和关节(诸如对应的操纵器260的对应的关节264、对应的连杆266和对应的托架268)的一个或更多个运动学模型以及对应的关节264的过去的和/或当前的关节传感器读数。当对应的远程运动中心相对于对应的操纵器安装件正维持在固定的位置关系时,如在图2的实施例中,操纵器安装件到远程运动中心的变换345包括在操作操纵器和器械时不变的基本静态的平移分量以及在操作操纵器和器械时改变的动态旋转分量。

[0074] 器械坐标系343与位于器械的远端的末端执行器(诸如对应的末端执行器276)相关联。远程运动中心到器械的变换346则基于移动和/或定向对应的器械、末端执行器和远程运动中心的计算机辅助设备的连杆和关节的一个或更多个运动学模型以及过去的和/或当前的关节传感器读数。在一些示例中,远程运动中心到器械的变换346考虑了轴(诸如对

应的轴272)穿过远程运动中心的取向以及轴相对于远程运动中心前进和/或撤回的距离。在一些示例中,远程运动中心到器械的变换346可以被约束以反映器械的轴的插入轴线穿过远程运动中心,并且考虑了轴和末端执行器围绕由轴限定的轴线的旋转。

[0075] 在运动学模型300中,通过使用操纵器安装件坐标系351、远程运动中心坐标系352、器械坐标系353、臂安装平台到操纵器安装件的变换354、操纵器安装件到远程运动中心的变换355以及远程运动中心到器械的变换356来捕获铰接臂中的第二铰接臂的运动学关系。操纵器安装件坐标系351表示用于表示与操纵器(诸如操纵器260)相关联的位置和/或取向的适当模型。操纵器安装件坐标系351与对应的铰接臂的操纵器安装件(诸如操纵器安装件262)相关联。臂安装平台到操纵器安装件的变换354则基于计算机辅助设备在臂安装平台和对应的操纵器安装件之间的连杆和关节(诸如对应的装配关节240)的一个或多个运动学模型以及对应的装配关节240的过去的和/或当前的关节传感器读数。

[0076] 远程运动中心坐标系352与安装在铰接臂上的操纵器的远程运动中心(诸如对应的操纵器260的对应的远程运动中心274)相关联。操纵器安装件到远程运动中心的变换355则基于计算机辅助设备在对应的操纵器安装件和对应的远程运动中心之间的连杆和关节(诸如对应的操纵器260的对应的关节264、对应的连杆266以及对应的托架268)的一个或多个运动学模型以及对应的关节264的过去的和/或当前的关节传感器读数。当对应的远程运动中心相对于对应的操纵器安装件正维持在固定的位置关系时,诸如在图2的实施例中,安装件到远程运动中心的变换355包括在操作操纵器和器械时不变的基本静态的平移分量以及在操作操纵器和器械时改变的动态旋转分量。

[0077] 器械坐标系353与位于器械的远端的末端执行器(诸如对应的器械270和/或末端执行器276)相关联。远程运动中心到器械的变换356则基于移动和/或定向对应的器械、末端执行器和远程运动中心的计算机辅助设备的连杆和关节的一个或多个运动学模型以及过去的和/或当前的关节传感器读数。在一些示例中,远程运动中心到器械的变换356考虑了轴(诸如对应的轴272)穿过远程运动中心的取向以及轴相对于远程运动中心前进和/或撤回的距离。在一些示例中,远程运动中心到器械的变换356可以被约束以反映器械的轴的插入轴线穿过远程运动中心,并且考虑了轴和末端执行器围绕由轴限定的轴线的旋转。

[0078] 在运动学模型300中,通过使用操纵器安装件坐标系361、远程运动中心坐标系362、摄像机坐标系363、臂安装平台到操纵器安装件的变换364、操纵器安装件到远程运动中心的变换365以及远程运动中心到摄像机的变换366,来捕获铰接臂中的第三铰接臂的运动学关系。操纵器安装件坐标系361表示用于表示与操纵器(诸如操纵器260)相关联的位置和/或取向的适当模型。操纵器安装件坐标系361与对应的铰接臂的操纵器安装件(诸如操纵器安装件262)相关联。臂安装平台到操纵器安装件的变换364则基于计算机辅助设备在臂安装平台和对应的操纵器安装件之间的连杆和关节(诸如对应的装配关节240)的一个或多个运动学模型以及对应的装配关节240的过去的和/或当前的关节传感器读数。

[0079] 远程运动中心坐标系362与安装在铰接臂上的操纵器的远程运动中心(诸如对应的操纵器260的对应的远程运动中心274)相关联。操纵器安装件到远程运动中心的变换365则基于计算机辅助设备在对应的操纵器安装件和对应的远程运动中心之间的连杆和关节(诸如对应的操纵器260的对应的关节264、对应的连杆266以及对应的托架268)的一个或多个运动学模型以及对应的关节264的过去的和/或当前的关节传感器读数。当对应的远程

运动中心相对于对应的操纵器安装件正维持在固定的位置关系时,诸如在图2的实施例中,安装件到远程运动中心的变换365包括在操作操纵器和器械时不变的基本静态的平移分量以及在操作操纵器和器械时改变的动态旋转分量。

[0080] 摄像机坐标系363与安装在铰接臂上的成像设备(诸如内窥镜)相关联。远程运动中心到摄像机的变换366则基于移动和/或定向成像设备及对应的远程运动中心的计算机辅助设备的连杆和关节的一个或更多个运动学模型以及过去的和/或当前的关节传感器读数。在一些示例中,远程运动中心到摄像机的变换366考虑了轴(诸如对应的轴272)穿过远程运动中心的取向以及轴相对于远程运动中心前进和/或撤回的距离。在一些示例中,远程运动中心到摄像机的变换366可以被约束以反映成像设备的轴的插入轴线穿过远程运动中心,并且考虑了成像设备围绕由轴限定的轴线的旋转。

[0081] 如以上讨论并进一步强调的,图3仅仅是不应过度地限制权利要求书的范围的一个示例。本领域的普通技术人员会认识到许多变化、替换和修改。根据一些实施例,手术台和计算机辅助设备之间的配准可以通过使用替代配准变换在台面坐标系310和设备基座坐标系320之间确定。当使用替代配准变换时,通过将替代配准变换与台座到台面的变换315的逆变换/反向变换组合来确定配准变换325。根据一些实施例,用于对计算机辅助设备建模的坐标系和/或变换可以根据计算机辅助设备的连杆和关节、其铰接臂、其末端执行器、其操纵器和/或其器械的特定配置而不同地布置。根据一些实施例,运动学模型300的坐标系和变换可以用于对与一个或更多个虚拟器械和/或虚拟摄像机相关联的坐标系和变换进行建模。在一些示例中,虚拟器械和/或摄像机可以与先前存储的和/或锁存的器械位置、由运动导致的器械和/或摄像机的投影、由外科医生和/或其他人员定义的参考点和/或诸如此类相关联。

[0082] 如前所述,当正在操作计算机辅助系统(诸如计算机辅助系统110和/或210)时,希望允许使用计算机辅助设备对器械和末端执行器进行连续控制,同时允许手术台(诸如手术台170和/或280)的运动。在一些示例中,这允许耗时较少的程序,因为手术台运动发生时不必首先从患者移除器械和末端执行器或者在使手术台移动之前将保持在患者内部的器械与将器械耦连到计算机辅助设备的操纵器断开。在一些示例中,这可以可选地允许外科医生和/或其他医务人员在手术台运动正在发生时对器官的移动进行监测,以获得更佳的手术台姿态。在一些示例中,这还可以可选地允许在手术台运动期间主动继续外科程序。

[0083] 图4是根据一些实施例的集成手术台运动的方法400的简化图。方法400的一个或更多个过程405-450可以至少部分地以存储在非瞬时的、有形的机器可读介质上的可执行代码的形式来实现,机器可读介质在由一个或更多个处理器(例如控制单元130中的处理器140)运行时可以导致一个或更多个处理器执行一个或更多个过程405-450。在一些实施例中,方法400可以用于允许发生手术台运动,而不必首先从患者移除器械和末端执行器或者在使手术台移动之前将保持在患者内部的器械与将器械连接到计算机辅助设备的操纵器断开。虽然计算机辅助设备的一个或更多个操纵器对接到患者,和/或一个或更多个对应的器械位于患者的解剖结构的内部。在一些示例中,这可以可选地允许外科医生和/或其他医务人员在手术台运动发生时对器官的移动进行监测,以获得更佳的手术台姿态。在一些示例中,这还可以可选地允许在手术台运动期间主动继续外科程序。根据一些实施例,执行过程405-450的顺序可以可选地与图4的简图所暗示的顺序不同。在一些示例中,过程425的配

准可以可选地在过程405、410和/或405之前执行或与过程405、410和/或405同时执行。在一些示例中,过程425的配准可以与过程430-445同时执行和/或重复。在一些示例中,过程430-445可以同时执行。

[0084] 在过程405,为术中台运动准备手术台和计算机辅助设备。在一些实施例,通常在手术台(诸如手术台170和/或280)和计算机辅助设备(诸如计算机辅助设备110和/或210)以集成方式使用之前执行各种准备步骤,在集成方式中在计算机辅助设备的器械被插入患者内的同时允许手术台的运动。

[0085] 图5是根据一些实施例的用于为术中台运动准备手术台和计算机辅助设备的过程405的简化图。过程405的一个或更多个过程510-570可以至少部分地以存储在非瞬时的、有形的机器可读介质上的可执行代码的形式来实现,机器可读介质在由一个或更多个处理器(例如控制单元130中的处理器140)运行时可以导致一个或更多个处理器执行一个或更多个过程510-570。在一些实施例中,过程405可以用于准备和/或配置手术台和计算机辅助设备,使得当计算机辅助设备的一个或更多个器械被插入患者内和/或一个或更多个对应的器械位于患者的解剖结构的内部时可以发生手术台运动。根据一些实施例,执行过程510-570的顺序可以可选地与图5的简图所暗示的顺序不同。在一些示例中,过程520的阻止手术台和计算机辅助设备的重新定位可以可选地在过程510-540中的任一个之前、期间或之后执行。例如,在过程520中阻止重新定位之前,患者可以被放置在手术台上和/或计算机辅助设备被定向在患者上方。

[0086] 在过程510,在手术台和计算机辅助设备之间建立连接。为了在术中台运动期间提供适当的安全性,计算机辅助设备在手术台上方正在以监管能力操作,使得在没有来自计算机辅助设备的授权的情况下不执行手术台的运动。为了提供对手术台的监管,在手术台和计算机辅助设备之间建立通信连接。在一些示例中,通信连接可以对应于如图1的实施例中所描述的手术台170和控制单元130之间的接口。在一些示例中,连接可以包括红外接近性检测系统,以帮助核查手术台和计算机辅助设备彼此适当接近。在一些示例中,合适的红外发射器和/或检测器可以被安装在手术台的基座上 and 计算机辅助设备的基座上,处于不可能被手术室和/或介入套房中的其他设备和/或医务人员遮盖的位置。当红外发射器和检测器移动到彼此的范围内时,可以交换各种标识符、密钥和/或消息,其允许手术台和计算机辅助设备确认它们均靠近支持术中台运动的兼容设备并且能够建立持续的连接。在一些示例中,这些消息可以可选地包括用于协调连接的消息、用于手术台运动请求的消息、用于批准手术台运动请求的消息、用于交换状态和/或运动学信息的消息和/或诸如此类。在一些示例中,基于射频信号的无线连接、近场通信和/或诸如此类可以可选地被用作红外接近性检测系统的替代和/或补充。在一些示例中,一个或更多个缆线可以可选地耦连在手术台上的对应通信端口和计算机辅助设备之间,作为对红外接近性检测系统或其他通信系统的替换和/或补充。在一些示例中,一个或更多个缆线可以在连接的建立中替换和/或提供冗余。在一些实施例中,连接可以额外包括一个或更多个机械设备,以帮助在手术台和计算机辅助设备之间进行配准,如以下进一步详细描述。

[0087] 在过程520,手术台和计算机辅助设备的重新定位被阻止。因为手术台和计算机辅助设备都具有有限的运动范围,并且为了帮助维持手术台和计算机辅助设备之间的配准,在术中台运动期间手术台和计算机辅助设备的相对位置被阻止。因此,在允许手术台和计

算机辅助设备进入术中台运动模式(参见以下的过程420)之前的某一时刻,阻止手术台和计算机辅助设备的进一步重新定位。在一些示例中,这还可以阻止手术台的基座和计算机辅助设备的基座之间的相对运动。在一些实施例中,可以通过锁定手术台的基座或计算机辅助设备的基座的一个或多个脚、轮和/或安装夹具来阻止手术台和计算机辅助设备的重新定位,使得在术中台运动期间,手术台和计算机辅助设备的基座都不能在地板上滚转、沿着墙壁移动或沿着手术室和/或介入套房的天花板移动和/或沿着台面移动。在一些示例中,当套管被安装到操纵器或器械中的更多个时,计算机辅助设备的脚、轮和/或安装夹具可以被自动锁定。在一些示例中,在术中台移动的整个过程中脚、轮和/或安装夹具锁的状态通过使用一个或多个传感器而被监测。在一些示例中,当检测到脚、轮和/或安装夹具锁丢失时,可能导致术中台运动的过早终止。在一些示例中,手术台的基座和/或计算机辅助设备的基座任一个的运动可以通过监测与对应的脚、轮或安装夹具相关联的序列号来确定。在一些示例中,跟踪脚、轮和安装夹具锁中的每一个接合和/或脱离的次数的序列号可以用于确定一个或多个瞬时的锁丢失。与每个轮相关联的旋转编码器和/或旋转计数器可以被监测,以检测任一个轮的旋转。任何序列号的改变提供了手术台的基座和/或计算机辅助设备的基座的重新定位已经发生或正在发生的指示。

[0088] 在过程530,患者被放置在手术台上。在一些示例中,医院和/或建议的医疗实践可以用于将患者放置在手术台上,将患者固定到手术台上,并且核查患者是否正确地固定。在一些示例中,将患者放置在手术台上可以进一步包括:通过例如将倾斜度和/或特伦德伦伯卧位设置调整到中间零度来使手术台的台面成水平。在一些示例中,患者可以位于手术台的台面的中心和/或手术台的滑动件可以被调整以使手术台的台面在手术台的铰接式结构上居中。在一些示例中,手术台的高度也可以被调整。在一些示例中,手术台的等中心点(诸如等中心点286)可以可选地被调整到手术台的台面上方的大约对应于预期手术部位的点。在一些示例中,这个点可以位于手术台的台面上方约35cm处。在一些示例中,等中心点286可以在对应于远程运动中心274的身体开口之一(诸如切口部位或身体孔口)处或附近与患者的体壁并置。在一些示例中,将等中心点定位在一个或多个远程运动中心和/或预期的手术部位处或附近可以减少当在手术台上进行特伦德伦伯卧位调整时必须由计算机辅助设备补偿的手术台运动的量。

[0089] 在过程540,计算机辅助设备在患者上方被定向。为了在程序期间允许足够的运动范围,计算机辅助设备的铰接臂、末端执行器和/或操纵器基于所期望的手术部位被安置和定向在患者上。在一些示例中,这可以包括调整计算机辅助设备的装配结构和/或装配关节中的一个或多个关节,使得器械、末端执行器和/或操纵器被安置在所期望的手术部位上方或周围。与图2的实施例一致,这种取向可以包括使臂安装平台227位于所期望的手术部位的中心,旋转臂安装平台227使得安装到臂安装平台227的铰接臂围绕所期望的手术部位排列,和/或调整臂安装平台227的高度。用于执行这种取向的可能的目标和/或操作的更详细的讨论在以下申请中更详细地描述:2014年7月15日提交的标题为“用于与参考目标对准的系统和方法(System and Method for Aligning with a Reference Target)”的美国临时专利申请US62/024,887、2014年3月17日提交的标题为“用于与参考目标对准的系统和方法(System and Method for Aligning with a Reference Target)”的美国临时专利申请UD61/954,261以及2015年3月17日提交的标题为“用于维持工具姿态的系统和方法(System

and Method for Maintaining a Tool Pose)”的PCT专利申请No.PCT/US 15/21089,这些申请中的每个都通过引用并入本文。

[0090] 在过程550,部署成像设备。为了向外科医生和/或其他医务人员提供手术部位的图像,可以将成像设备对接到患者。在一些示例中,切口可以在患者中形成,并且套管被插入通过患者的外部解剖结构(诸如通过腹壁)。然后套管被附接到操纵器之一(诸如对应于远程运动中心坐标系362的操纵器)的远端。成像设备(诸如内窥镜)可以作为器械安装到操纵器,然后被插入通过套管,以获得患者解剖结构的内部图像。

[0091] 在过程560,靶向到期望的手术部位。一旦成像设备被插入通过套管,就调整安装成像设备的装配关节中的一个或更多个关节和/或操纵器以定向成像设备。然后,成像设备被定向为使得其具有朝向所期望的手术部位的观察方向,并且对应的摄像机坐标系(诸如摄像机坐标系363)的观察方向轴线被定向在相同的方向上。成像设备还可以插入和/或撤回到所期望的工作深度。在一些示例中,成像设备还可以被旋转以在捕获的图像和对应的摄像机坐标系中提供合适的向上观察取向。在一些示例中,装配关节中的一个或更多个关节和/或操纵器可以被置于解锁状态,以允许医务人员手动调整成像设备的取向。在一些实施例中,一旦靶向到所期望的手术部位,可以对计算机辅助设备附加调整,以更好地将计算机辅助设备定向在患者上方。在一些示例中,可以使用对准程序,诸如在2014年7月15日提交的标题为“用于与参考目标对准的系统和方法(System and Method for Aligning with a Reference Target)”的美国临时专利申请US62/024,887、2014年3月17日提交的标题为“用于与参考目标对准的系统和方法(System and Method for Aligning with a Reference Target)”的美国临时专利申请US61/954,261以及2015年3月17日提交的标题为“维持工具姿态的系统和方法(System and Method for Maintaining a Tool Pose)”的PCT专利申请No.PCT/US 15/21089中更详细描述的对准程序,这些申请中的每个都通过引用并入本文。

[0092] 在可选的过程570,可以部署附加的操纵器和器械。使用与过程550类似的过程,一个或更多个附加器械可以被安装到对应的操纵器并且通过使用对应的套管被插入到患者内。然后器械的末端执行器被放置在当前程序的适当姿态中。

[0093] 返回参考图4,在过程410,接收术中台运动进入请求。在一些示例中,通过来自操作手术台和/或计算机辅助设备的医务人员的快速请求进入术中台运动模式。在一些示例中,操作计算机辅助设备的医务人员可以通过使用操作者工作站上的一个或更多个输入控制装置(诸如踏板、开关、按钮、图形用户接口控制和/或诸如此类)来请求术中台运动进入。在一些示例中,操作手术台的医务人员(诸如麻醉师)可以通过使用一个或更多个手术台控制装置(诸如手术台的手术台命令单元上的按钮)来请求术中台运动进入。在一些示例中,术中台运动进入请求可以作为在手术台和计算机辅助设备之间的连接上接收的一个或更多个消息和/或由系统控制单元(诸如控制单元130)接收的一个或更多个消息而被接收。在一些示例中,术中台运动进入请求可以响应于手术台和计算机辅助设备之间的连接的建立以及检测到至少一个器械已经被安装到操纵器并且已经插入患者而自动发生。

[0094] 图6是根据一些实施例的手术台命令单元600的一部分的简化图。如图6所示,手术台命令单元600的尺寸和形状类似于常用于消费电子设备(诸如电视机、数字视频记录器和/或诸如此类)的遥控器。在一些示例中,手术台命令单元600可以通过使用线缆被耦合到

手术台,以支持手术台命令单元600与手术台中的控制器、电子器件和/或处理器之间的通信。在一些示例中,手术台命令单元600可以替代地通过使用无线接口(诸如红外接口、射频接口和/或近场接口)被耦合到手术台。手术台命令单元600被划分为各种区域,其中每个区域提供输入按钮和/或状态信息。在一些示例中,可以可选地操纵每个按钮的照明以指示哪些按钮可用于输入手术台运动命令。例如,可用的活动按钮被照亮,不可用的非活动按钮没有被照亮。在一些示例中,可以可选地使用照明颜色(诸如用于活动的绿色和用于非活动的红色)来代替从非活动按钮消除照明。

[0095] 手术台命令单元600包括可选的术中台运动进入按钮610。手术台命令单元600的操作者可以使用术中台运动进入按钮610来进入和/或退出术中台运动模式。当在方法400期间使用手术台命令单元600时,按压术中台运动进入按钮610可以触发在过程410期间接收的术中台运动进入请求。在一些示例中,术中台运动进入按钮610可以被可控地照亮以指示条件是否适合于术中台运动,如以下关于过程415进一步详细讨论的。

[0096] 手术台命令单元600可以进一步包括传输锁定按钮620和解锁按钮630,其可以用于控制手术台的脚和/或轮的锁定。在一些示例中,可以在过程520期间使用锁定按钮620以实现手术台的脚和/或轮的锁定。在一些示例中,当手术台的脚和/或轮被锁定时,锁定按钮620可以被照亮。在一些示例中,当手术台和计算机辅助设备处于术中台运动模式时,可以停用解锁按钮630。

[0097] 手术台命令单元600进一步包括若干个移动请求按钮640。移动请求按钮640可以用于在手术台的术中台运动中以及其它操作模式下进行手术台移动请求。如图6所示,移动请求按钮640包括用于向左或向右倾斜手术台的台面的按钮,用于调整手术台的特伦德伦伯卧位设置的按钮,以及用于调整手术台的台面相对于地板的高度的按钮。取决于手术台的操作模式和/或是否达到运动范围限度,每个移动请求按钮640可以被可控地照亮以指示相应的移动请求按钮640是否是活动的。例如,当手术台延伸到其整个高度时,可以从高度上升按钮(height up button)去除照明。虽然在图6中未示出,但是在手术台命令单元600上可以包括附加的移动请求按钮,诸如用于控制纵向滑动、头向上、头向下、脚向上、脚向下和/或诸如此类的按钮。

[0098] 手术台命令单元600进一步包括状态显示区域650。状态显示区域650包括用于指示手术台的状态和/或设置的多行显示器和/或光栅显示器。状态显示区域650可以包括一行或多行状态信息和/或一个或多个状态图标。在图6的示例中,状态显示区域650包括用于术中台运动状态、脚/轮/安装夹具锁定、通信连接和电力的状态图标,以及指示特伦德伦伯卧位取向、倾斜度、高度、滑动、腿、背和/或诸如此类的当前设置的状态行。

[0099] 虽然在图6中未示出,但是手术台命令单元600可以包括附加的按钮和/或状态显示区域。在一些示例中,附加按钮可以包括用于控制手术台的电力、自动调平手术台、将手术台与计算机辅助设备断开连接和/或诸如此类的按钮。

[0100] 返回参考图4,在过程415,确定是否允许术中台运动。为了提供手术台和计算机辅助设备的操作中的适当安全性,在许可进入术中台运动之前执行若干安全互锁和/或检查。在一些示例中,检查可以包括核查已经执行了过程510-570中的每一个。例如,这可以包括核查手术台和计算机辅助设备都已被初始化,手术台和计算机辅助设备的脚、轮和/或安装夹具都被锁定,以及至少一个器械已经被安装到操纵器并插入到患者内。

[0101] 在一些实施例中,附加的可选检查也可以被执行。在一些示例中,附加检查可以包括核查在操作者控制台处存在外科医生和/或其他人员。在一些示例中,这包括:确认任何合适的互锁(诸如监测器上的前端传感器,监测器显示来自对接到患者的成像装置的图像)指示了存在操作者目视监督插入患者内的器械的运动。在一些示例中,附加检查可以包括:核查安装到操纵器并插入超过对应套管的器械的末端执行器处于在过程550期间部署的成像设备的视场内。这有助于确保操作者能够在术中台运动期间观察任何插入的器械。在一些示例中,附加检查可以包括:诸如通过操作者使用位于臂安装平台227、装配关节和连杆240和/或与安装到操纵器并插入到患者内的任何器械相关联的操纵器260上的解锁按钮来核查计算机辅助设备的关节没有被手动解锁。在一些示例中,附加检查可以包括:监测这些检查以确定计算机辅助设备的一个或更多个关节是否处于或接近运动范围限度和/或计算机辅助外科设备是否正在成功地改变器械的姿态以补偿手术台运动。在一些示例中,附加检查可以包括:评估所规划的程序是否在与术中台运动兼容的程序的列表上,与对接臂相关联的套管的插入点是否能够为套管提供足够的刚度以在患者由于术中台运动而移动时支持套管和器械的牵引,和/或安装到操纵器的器械是否与术中台运动兼容。在一些示例中,不兼容的器械可以是用于心脏的器械、经口腔的器械和/或用于不在与术中台运动兼容的程序的列表上的其他程序的器械。在一些示例中,附加检查可以包括与间距检查相关联的一个或更多个操作者确认的检查,以确定手术台和/或计算机辅助设备是否具有用于术中台运动的足够间隙,诸如由于患者、手术单、线缆和/或诸如此类造成的障碍。在一些示例中,附加检查可以包括确定铰接臂、操纵器和/或所安装的器械是否在起作用 and/或操作而没有不可接受的退化。在一些示例中,附加检查也可以包括其他系统、校准和/或类似检查。

[0102] 当不允许术中台运动时,进入术中台运动被处理器阻止,并且术中台运动进入请求被拒绝。在一些示例中,当术中台运动被阻止时,可以发出一个或更多个信息性消息、警报和/或类似物,以解释为什么阻止术中台运动。在一些示例中,一旦拒绝了术中台运动请求,则方法返回到过程410,直到接收到另一个术中台运动请求。当允许术中台运动时,从过程420开始进入术中台运动。

[0103] 在过程420,进入术中台运动。在过程410期间接收到术中台运动进入请求并且成功地通过过程415的安全互锁和/或检查之后,允许计算机辅助设备和手术台开始术中台运动。因为患者可能在术中台运动期间由于手术台的台面的移动而移动,所以对接的铰接臂的远程运动中心也必须移动,以避免对套管穿过患者的体壁处的身体开口施加过多的应力。在一些示例中,为了减轻由患者的体壁施加到套管的力,计算机辅助设备被置于以下的模式,在该模式中在每个铰接臂的装配关节和/或操纵器中的一个或更多个关节被释放和/或解锁以允许对应的远程运动中心移动,其中每个铰接臂具有通过身体开口插入到患者内的器械。在一些示例中,当铰接臂的有效质量和/或被释放的和/或解锁的关节中的摩擦足够小时,患者的体壁能够对套管施加足够的力,使得通过使用有时被称为“器械牵引”的方式来牵引器械插入其中的套管以及对应的操纵器和装配关节来使远程运动中心与患者一起移动。因此,作为器械牵引的前提,插入患者内的每个安装的器械的每个装配关节和/或操纵器中的一个或更多个关节被释放和/或解锁。在一些示例中,可选地使用重力或质量补偿模式,其中在器械牵引期间跟踪装配关节、操纵器和/或器械的关节的运动,并且引入对应的关节运动以产生装配关节、操纵器和器械无质量或几乎无质量的效果。

[0104] 常有的情况是,即使在手术台移动开始之前,患者的体壁就已经对所插入的器械的套管施加宣称的力(asserted force)和/或压制力(pent up force)。在一些示例中,当这些器械的远程运动中心没有与对应的身体开口很好地并置时,可能发生这些压制力,这是由于在器械的运动学的控制中的错误、患者的运动不是由于手术台运动引起的、患者的吹入改变、由较早的操纵器和/或器械运动引起的应力和/或诸如此类。因此,当关节被释放和/或解锁时,器械牵引可能引起器械和/或末端执行器的不期望的运动,从而减轻压制力。当这种不期望的运动足够大时,可能导致对患者的伤害和/或对计算机辅助设备的损坏。在一些示例中,通过在关节被释放和/或解锁时监测远程运动中心和/或末端执行器并且使用装配关节的其他关节和/或操纵器来施加补偿运动,可以显著减小这种不期望的运动。在一些实施例,可以显著减少不期望的运动,同时还可选地许可操作者在操作者控制台处通过使用以下文献中更详细描述的技术来持续操纵一个或更多个器械和末端执行器:在2015年3月17日提交的标题为“用于减少工具干扰的系统和方法(System and Method for Reducing Tool Disturbances)”的美国临时专利申请US62/134,212以及同时提交的标题为“用于器械干扰补偿的系统和方法(System and Method for Instrument Disturbance Compensation)”的代理人案卷号为ISRG07010PCT/70228.490W001的PCT专利申请,这两个申请都通过引用以其整体并入本文。在一些示例中,还可以通过交错和/或仔细控制关节的释放和/或解锁的顺序和/或时序来将不期望的运动的量减小为一系列更小的干扰,如在2015年3月17日提交的标题为“用于减少工具干扰的系统和方法(System and Method for Reducing Tool Disturbances)”的美国临时专利申请US62/134,225以及同时提交的标题为“带有主动制动释放控制的医疗设备(Medical Device with Active Brake Release Control)”的代理人案号为ISRG06990PCT/70228.488W001的PCT专利申请中更详细地描述的,这两个申请都通过引用以其整体并入本文。

[0105] 根据一些实施例,为了帮助支持术中台运动,在进入术中台运动之前记录和/或锁存手术台和/或计算机辅助设备的一个或更多个运动学关系(诸如图3的变换),以在术中台运动被允许之前提供操纵器、器械和/或末端执行器的位置和取向的基准记录。在一些示例中,在进入手术台运动之前记录运动学关系。在一些示例中,每当在过程550期间对接的成像设备的重新定位完成时,可选地记录运动学关系。当发生术中台运动时,基准记录可以可选地用于检测由手术台的运动引起的操纵器、器械和/或末端执行器的运动,使得可以自动补偿那些引发的运动。

[0106] 根据一些实施例,发生术中台运动进入的过渡时段足够长,以允许释放压制力,同时继续补偿由压制力引起的不期望的运动。在一些示例中,过渡时段可以是几秒长,诸如2.5秒左右。在一些示例中,在术中台运动进入过渡时段期间,可选地许可操作者操纵器械和/或末端执行器。

[0107] 在过程425,配准手术台和计算机辅助设备。为了支持术中台运动,有帮助的是至少部分地配准手术台和计算机辅助设备,以确定手术台和计算机辅助设备之间的相对定位和/或取向。如以上关于配准变换325所讨论的,假设手术台的基座坐标系和计算机辅助设备的基座坐标系具有共同的竖直向上的轴线或Z轴并且已知计算机辅助设备的基座相对于手术台的基座的高度,该配准可以被表征为确定在手术台基座和计算机辅助设备的基座上的参考点之间的水平平移或XY平移和/或在手术台基座和患者侧推车之间的旋转关系。在

一些示例中,旋转关系或 θ_z 配准可以考虑计算机辅助设备的基座相对于手术台的竖直向上的轴线或Z轴的取向(例如,是计算机辅助设备的基座与手术台对准,或由于手术台的基座在地板上的旋转和/或计算机辅助设备的基座的旋转而导致相对于手术台成某个角度)。

[0108] 根据一些实施例,配准通过使用在手术台和患者侧推车之间强加已知几何关系的一个或更多个物理配准设备来确定。在一些示例中,物理配准设备可以包括锁定患者侧推车相对于手术台的位置和/或取向的一个或更多个杆、架(jig)和/或诸如此类。在一些示例中,用于使用物理配准设备来配准手术台和计算机辅助设备的技术被进一步详细描述在2015年3月17日提交的标题为“用于远程手术台配准的方法和设备(Methods and Devices for Tele-Surgical Table Registration)”的PCT专利申请号PCT/US 2015/20891中,该申请通过引用以其整体并入本文。

[0109] 根据一些实施例,配准的几何关系通过使用一个或更多个铰接式和/或柔性配准设备来确定,配准设备用于确定手术台和患者侧推车上的已知点之间的已知位置和/或取向。在一些示例中,配准设备可以包括具有一个或更多个传感器的铰接式结构,一个或更多个传感器用于报告铰接式结构的一个或更多个关节的位置和/或取向,从这些位置和/或取向可以使用配准结构的运动学模型来确定铰接式结构的两端之间的几何关系。在一些示例中,配准设备可以包括具有核心区域的光纤,核心区域具有沿着核心的整个长度定位的多个光纤布拉格光栅。在一些示例中,用于光纤的询问器可以用于检测光纤的弯曲和扭曲,以确定光纤的端部之间的几何关系。在一些示例中,光纤可以用于使用类似于在2008年6月30日提交的标题为“光纤形状传感器(Fiber Optic Shape Sensor)”的美国专利US7,720,322中更详细地描述的技术来确定手术台和计算机辅助设备之间的配准,该专利通过引用以其整体并入本文。

[0110] 根据一些实施例,配准的几何关系可以基于观察手术台移动如何引起受到器械牵引的计算机辅助设备的远程运动中心的运动来确定。在一些示例中,所观察的手术台移动可以与由于操作者进行的手术台移动请求(诸如通过使用移动请求按钮640和/或通过配准程序启动手术台移动的受控顺序)而发生的手术台移动相关联。在一些示例中,配准可以发生在首先确定 θ_z 配准、然后是水平或XY配准的阶段中。在一些示例中,XY配准可以阶段性地发生,直到观察到倾斜度和特伦德伦伯卧位移动两者。在一些示例中,用于配准手术台和计算机辅助设备的技术被进一步详细描述在2015年3月17日提交的标题为“用于配准手术台的系统和方法(System and Method for Registering to a Surgical Table)”的美国临时专利申请US62/134,296以及同时提交的标题为“用于配准手术台的系统和方法(System and Method for Registering to a Surgical Table)”的代理人案卷号为ISRG06960PCT/70228.486W001的PCT专利申请中,这两个申请都通过引用以其整体并入本文。

[0111] 在过程430,执行手术台运动以实现外科手术功能。一旦在过程420期间进入术中台运动并且由于用于许可器械牵引的关节释放和/或解锁所引起的干扰得到补偿,手术台的运动就开始。一般来说,手术台运动使用迭代的请求-检查-移动程序,由此接收手术台移动请求,所请求的移动被评估以确定是否应该允许,然后在接受批准之后执行手术台移动。在这个迭代程序中,是否允许手术台移动是由计算机辅助设备控制的,使得允许手术台移动发生在计算机辅助设备的能力以内,以适当地响应和补偿手术台移动,同时保持患者、手术台和/或计算机辅助设备的适当安全性。

[0112] 图7是根据一些实施例的用于执行手术台运动的过程430的简化图。可以至少部分地以存储在非瞬时的、有形的机器可读介质上的可执行代码的形式来实现过程430的一个或更多个过程710-760,机器可读介质在由一个或更多个处理器(例如控制单元130中的(多个)处理器140)运行时可以导致一个或更多个处理器执行一个或更多个过程710-760。在一些实施例中,过程430可以用于执行迭代的请求-检查-移动程序。在一些示例中,在过程430期间的移动记录可以可选地用于支持一个或更多个附加手术台运动模式,其使手术台移动离开可能不能由计算机辅助设备充分响应和/或不能由计算机辅助设备充分补偿的位置和/或取向。

[0113] 根据一些实施例,使用重复的控制循环来执行过程430。在一些示例中,当接收到每个手术台移动请求时,使用过程710-760如下所述地处理每个手术台移动请求,然后快速连续地重复过程710-760以给出正在接收、批准和应用连续的手术台移动请求流的印象。在一些示例中,当操作者按压并按住移动请求按钮(诸如移动请求按钮640中的任一个)时,被批准的手术台移动表现为只要按住移动请求按钮就将一直被应用。在一些示例中,过程710-760的重复控制回路每秒完成多次,诸如每10ms一次。在一些示例中,一旦移动请求被批准并且按压相同的移动请求按钮,则允许手术台移动,直到运动范围限度、即将发生的碰撞、操作者停止命令和/或一些其它事件触发对移动请求的批准的撤销。

[0114] 在过程710,接收手术台移动请求。在一些示例中,外科医生和/或其他医护人员使用操作者工作站(诸如参照图1讨论的工作站)来启动手术台移动请求。在一些示例中,手术台移动请求可以由外科医生和/或其他医务人员(诸如麻醉师)使用手术台命令单元(诸如手术台命令单元600)来启动。在一些示例中,手术台移动请求可以对应于移动请求按钮640中的一个的按压和按住。在一些示例中,可以通过将手术台命令单元耦连到控制单元的一个或更多个通信连接将手术台移动请求传送到计算机辅助设备的控制单元(诸如控制单元130)。在一些示例中,可以通过激活用于计算机辅助设备的运动控制应用程序(诸如运动控制应用程序160)中的一个或更多个API调用来启动手术台移动请求。

[0115] 在过程720,确定是否允许手术台移动。在一些实施例中,确定是否允许手术台移动可以基于用于在过程415期间确定是否允许术中台运动的检查中的任何一个或更多个。在一些示例中,使用相同的检查表示在术中台运动期间对手术台和计算机辅助设备的持续监测,以确保为患者、手术台和/或计算机辅助设备维持适当的安全性。在一些示例中,检查可以可选地包括以下的一个或更多个:确认手术台和计算机辅助设备的脚、轮和/或安装夹具保持锁定,确认外科医生和/或其他操作者仍然头向前位于操作者控制台上,确认安装到对接的铰接臂的器械的末端执行器处于成像设备的视野内和/或撤回到对应的套管中,确认计算机辅助设备仍然跟踪正在进行的手术台运动,确认计算机辅助设备和手术台正在进行通信和/或诸如此类。在一些示例中,一个或更多个检查还可以包括确认在术中台运动期间正在请求的移动类型被许可。在一些示例中,在术中台运动期间所许可的移动类型可以被限制为手术台的可能的移动的子集,诸如高度调整、倾斜度调整、特伦德伦伯卧位调整和/或滑动调整。在一些示例中,可以基于在过程760期间确定的所允许的手术台移动的确定的进一步限制所许可的移动类型,如下面进一步详细讨论的。在一些示例中,还可以根据过程425的配准是否已经完成来限制所许可的运动的类型。在一些示例中,当少于三个的铰接臂和/或操纵器被对接到患者时,由于足够确定手术台和计算机辅助设备之间的配准的

能力有限,手术台运动的类型被限制为高度调整。当计算机辅助设备允许和/或准予所请求的手术台移动时,在执行以过程730开始的移动之前检查运动范围(ROM)限度。当不允许手术台移动请求时,忽略手术台移动请求,并且通过使用过程710等待另一个手术台移动请求而使过程430继续。在一些示例中,当不允许手术台移动请求时,可以向操作者控制台处的外科医生和/或操作手术台命令单元的医务人员提供一个或多个音频和/或视觉警报。

[0116] 在过程730,确定计算机辅助设备是否处于或接近运动范围限度。除了在过程720期间执行的检查之外,对用于补偿手术台移动的装配关节和/或操纵器中的关节进行监测,以确定它们是否处于或接近运动范围限度。当其中一个中的关节处于或接近运动范围限度时,这指示对应的铰接臂可能不能适当地补偿由对应的套管在对应的远程运动中心处的器械牵引导致的在器械和/或末端执行器中引起的运动。在一些示例中,运动范围限度包括由于关节的物理特性而导致的硬运动范围限度,硬运动范围限度不许可关节移动超过特定限度。在一些示例中,运动范围限度包括在对应的硬运动范围限度之前的点处设置的软运动范围限度,软运动范围限度有助于在关节到达硬运动范围限度之前停止移动。在一些示例中,软运动范围限度可以被设置为在对应的硬运动范围限度之前的对应关节的整个运动范围的固定百分比,诸如1%、2%或5%。在一些示例中,以预测性方式应用运动范围限度,其中关节的当前位置和关节的当前速度被用于预测继续的相似运动可能很快导致达到运动范围限度。当计算机辅助设备的每个关节不处于或不接近对应的运动范围限度时,从过程740开始执行手术台移动。当计算机辅助设备的一个或多个关节处于或接近对应的运动范围限度时,使用过程760来执行纠正的手术台移动。在一些示例中,当计算机辅助设备的一个或多个关节处于或接近对应的运动范围限度时,可以可选地向操作者控制台处的外科医生和/或操作手术台命令单元的医务人员提供一个或多个音频和/或视觉警报。

[0117] 在过程740,执行所请求的手术台移动。在确定在过程720期间允许所请求的手术台移动并且在过程730期间计算机辅助设备的运动范围限度将不会干扰计算机辅助设备补偿手术台移动的能力之后,允许手术台执行所请求的手术台移动。在一些示例中,用于计算机辅助设备的控制单元经由例如在过程510期间建立的连接将一个或多个消息发送到手术台。一个或多个消息授权手术台执行所请求的手术台移动。在一些示例中,通过向手术台的铰接式结构(诸如铰接式结构290)中的一个或多个致动器发送命令和/或信号来执行所请求的手术台移动。作为一些示例,当所请求的手术台移动是对手术台的台面的高度调整时,相应地激活控制手术台台面高度的一个或多个致动器,并且当所请求的手术台移动是特伦德伦伯卧位调整时,相应地激活控制手术台的台面围绕等中心点的特伦德伦伯卧位角度的一个或多个致动器。

[0118] 在一些示例中,所请求的手术台移动可以可选地被实现为对致动器的对应的速度命令,使得只要是按住手术台移动请求按钮并且批准移动请求,一个或多个致动器就以合适的速度移动手术台的台面。在一些示例中,速度被选择为提供手术台运动的快速性之间的良好折衷,正如计算机辅助设备补偿手术台运动和/或允许医务人员监测手术台的安全移动、计算机辅助设备相对于患者的移动、患者的移动和/或诸如此类的能力所平衡的。在一些示例中,速度被限制在:对于倾斜度和/或特伦德伦伯卧位调整是每秒小于3度(例如每秒1.5度)和/或对于高度和/或滑动调整是每秒1至3cm(例如每秒2cm)。

[0119] 在可选的过程750,为了更好地支持从潜在的未来运动范围限度问题的恢复,在过

程740期间执行的所请求的手术台移动被记录。在一些示例中,手术台移动被记录在存储器(诸如存储器150)中。在一些示例中,手术台移动被记录在数据结构中,数据结构记录了手术台移动的类型(例如手术台向上、向右倾斜、反向特伦德伦伯卧位)、手术台移动的距离、持续时间和/速度以及可选的时间戳。在一些示例中,数据结构可以是至少支持后进先出访问模式的堆栈、双向链表和/或其他数据结构,以便所记录的移动的顺序可以被反向以取消所记录的运动并且避开运动范围限度和/或其他问题。在一些示例中,手术台移动可以被记录在日志和/或其他类型的文件中。在记录手术台移动时,手术台运动通过返回到过程710而继续,以接收另一个手术台移动请求。

[0120] 在过程760,手术台运动被限制。当计算机辅助设备的一个或更多个关节处于或接近对应的运动范围限度时,计算机辅助设备用于限制手术台可以产生的可能的运动。用于此的几种方法是可能的。

[0121] 在一些实施例中,手术台和计算机辅助设备的运动学模型(诸如图3的运动学模型)可以用于评估一个或更多个潜在的手术台移动。在一些示例中,依次评估可能的手术台移动中的每个,诸如高度上升、高度下降、向左倾斜、向右倾斜、向前特伦德伦伯卧位、反向特伦德伦伯卧位和/或滑动,以确定可能的手术台移动是否将使计算机辅助设备的关节朝向或远离对应的运动范围限度移动。在一些示例中,使用手术台和计算机辅助设备的运动学模型以及手术台和计算机辅助设备之间的配准变换来计划每个可能的手术台移动,以确定可能的手术台移动将如何影响每个远程运动中心。在一些示例中,每个铰接臂的对应雅可比矩阵则可以用于确定铰接臂的一个或更多个关节的运动之间的关系,铰接臂的一个或更多个关节处于或接近对应的运动范围限度和对应的远程运动中心。当所计划的远程运动中心移动和雅可比矩阵预测的移动与远离对应的运动范围限度的移动一致时,许可对应的可能的手术台移动。当所计划的远程运动中心移动和雅可比矩阵预测的移动与朝向对应的运动范围限度的移动一致时,不许可对应的可能的手术台运动。在一些示例中,通过在对应的运动范围限度处或附近从与关节相关联的雅可矩阵中提取列并且取得与所计划的远程运动中心移动的点积,来确定移动与朝向和/或远离对应的运动范围限度的移动是否一致。当点积为负时,所计划的移动与朝向对应的运动范围的移动是一致的。在一些示例中,点积的可配置阈值可以用于确定是否应该许可所计划的运动。在一些示例中,当可配置阈值为零时,禁止关节朝向对应的运动范围限度的移动。在一些示例中,当可配置阈值稍微为负时,则将许可朝向对应的运动范围限度的较小移动。在一些示例中,可能的手术台移动可以产生对于不同的远程运动中心和对应器械的不同的许可/禁止决定。在一些示例中,可配置阈值为负的量可能影响评估的许可的程度。在一些示例中,当由于对任何远程运动中心的评估而禁止可能的手术台移动时,禁止可能的手术台移动。因此,基于每个点积测试,可以评估每个可能的手术台移动,以确定它们是否应当被许可和/或禁止。

[0122] 在一些实施例中,可以基于手术台和计算机辅助设备之间的配准变换(诸如配准变换325)是否已知和/或配准变换已知到何种程度来限制对潜在的手术台移动进行评估的能力。在一些示例中,当没有发生配准时,手术台移动可以限于高度调整。在一些示例中,当手术台和计算机辅助设备都具有共同的竖直向上的轴线或Z轴时,手术台的高度调整可以被映射到远程运动中心中的竖直移动,使得受远程运动中心的竖直移动影响的对应的运动范围限度被评估,以许可和/或禁止高度调整。在一些示例中,当XY配准是部分配准时(诸如

因为在过程425期间没有观察到倾斜度移动和特伦德伦伯卧位移动两者),与倾斜移动和特伦德伦伯卧位移动中所观察到的一个相关联的可能的手术台移动被评估,并且与倾斜移动和特伦德伦伯卧位移动中的另一个相关联的可能的手术台移动被禁止。在一些示例中,当可能的手术台移动包括可能受到手术台的滑动调整中的运动范围限度限制的特伦德伦伯卧位移动时,可能的手术台移动可以包括等中心点对中和等中心点没有对中的特伦德伦伯卧位移动。

[0123] 在一些实施例中,基于在过程750期间记录的手术台移动的历史来限制手术台移动。在一些示例中,手术台运动被限制为与手术台的最近的移动是相反的。通过反转最近的手术台移动,患者在与导致在过程730期间检测到的运动范围限度的方向相反的方向上移动。结果,器械的远程运动中心反转其方向,并且器械牵引用于使装配关节和/或操纵器的关节远离运动范围限度。在一些实施例中,过程760用于实现“回到来路”的特征以避免运动范围限制。根据该实现方式,所记录的手术台移动的反转可以以半自动方式和/或通过向手术台的操作者建议手术台移动来执行。

[0124] 在一些实施例中,当使用半自动化过程时,最近记录的手术台移动中的一个或更多个被反向地应用。作为示例,最近的1cm/s的10ms的高度上升移动被反转为1cm/s的10ms的高度下降移动。在一些示例中,要反转的最近的手术台移动的次数可以基于可配置设置从1到5(例如2)次记录的手术台移动而变化。在一些示例中,当多于一个的最近的手术台移动被反转时,它们以其最初发生的相反顺序被反转,使得最近的手术台移动首先被反转,第二个最近的手术台移动被第二个反转,等等。在一些示例中,当每个手术台移动被反转时,从用于在过程750期间记录所请求的手术台移动的数据结构、日志和/或文件中去除对应的手术台移动。在一些示例中,当数据结构是堆栈时,可以从堆栈弹出最近的手术台移动。在半自动反向完成之后,通过返回到过程710以等待另一个手术台移动请求而使手术台运动继续。

[0125] 在一些实施例中,处理器可以向手术台的操作者显示有可能解决运动范围限度的手术台移动的指示。在一些示例中,对手术台移动的限制可以用于限制操作者可能做出的可能的手术台移动请求。例如,当在过程730期间检测到由高度上升移动导致的运动范围限度时,手术台移动请求可以仅限于高度下降移动请求。在一些示例中,当操作者进行移动远离运动范围限度时,可以许可附加类型的手术台移动请求。在一些示例中,当操作者正在使用手术台命令单元600时,可以通过照亮对应的移动请求按钮460并从不许可的移动请求按钮460中去掉照明来指示所许可的手术台移动请求。在限制手术台运动之后,通过返回到过程710以等待另一个手术台移动请求而使手术台运动继续。

[0126] 返回参考图4,在过程435,执行手术台跟踪。当在过程430期间正在执行手术台运动时,患者移动,并且操纵器的远程运动中心与患者一起开始移动。为了减小由患者的体壁施加到位于远程运动中心的套管上的力,计算机辅助设备被置于手术台跟踪模式中,其中允许操纵器的远程运动中心由于器械牵引而移动。在一些示例中,允许计算机辅助设备的一个或更多个关节移动以调整到器械牵引并且校正由于远程运动中心的移动而引起的安装到器械的任何器械的姿态的误差。

[0127] 图8是根据一些实施例的用于手术台跟踪的过程435的简化图。过程435的一个或更多个过程810-860可以至少部分地以存储在非瞬时的、有形的机器可读介质上的可执行

代码的形式来实现,机器可读介质在由一个或多个处理器(例如控制单元130中的处理器140)运行时可以导致一个或多个处理器来执行一个或多个过程810-860。在一些实施例中,过程435可以用于跟踪手术台的运动并且对任何器械的姿态进行调整以补偿由手术台运动引起的患者的运动。在一些示例中,过程860是可选的,并且对于未由外科医生主动控制的器械来说可以被省略。

[0128] 在过程810,确定手术台运动。当手术台在过程430期间并且更具体地在过程740期间移动时,监测手术台的运动。作为监测的一部分,确定手术台运动的性质和特征,使得还监测其对患者和/或器械的远程运动中心的影响。在一些示例中,手术台运动的特征在于使用台座到台面的变换,诸如台座到台面的变换315。在一些示例中,手术台向计算机辅助设备提供当前的台座到台面的变换。在一些示例中,手术台提供自最后一次提供台座到台面的变换以来的当前的台座到台面的变换之间的差(Δ)。在一些示例中,手术台提供手术台的铰接式结构中的关节的当前的位置和/或速度,使得计算机辅助设备能够使用手术台的铰接式结构的一个或多个运动学模型来确定当前的台座到台面的变换。在一些示例中,手术台将一个或多个消息发送到计算机辅助设备,以交流台座到台面的变换、台座到台面的变换的差 Δ 、当前关节位置和/或当前关节速度。

[0129] 在过程820,由于在过程420期间在装配关节和/或操纵器中的一个或多个关节的释放和/或解锁,器械牵引被允许。因此,当手术台经历了在过程810期间确定的运动时,预期在每个器械的远程运动中心中发生类似的运动。作为一些示例,当向上调整手术台的高度时,器械的远程运动中心也向上移动,并且当手术台的台面围绕等中心点旋转以进行倾斜度和/或特伦德伦伯卧位调整时,器械的远程运动中心类似地围绕等中心点旋转。

[0130] 在过程830,手术台运动被映射到计算机辅助设备坐标系。在过程810期间确定的手术台运动被映射到与计算机辅助设备相关联的坐标系,使得计算机辅助设备可以预测手术台运动将如何影响器械的远程运动中心的运动和/或器械的姿态。在一些示例中,坐标系可以是用于计算机辅助外科设备的全局坐标系和/或局部坐标系,诸如设备基座坐标系320、臂安装平台坐标系330等。在一些示例中,(如在器械的远程运动中心的对应运动中反映的)手术台运动通过应用台座到台面的变换和台座到设备基座的变换的组合而被映射到计算机辅助设备的设备基座坐标系。一旦远程运动中心的运动被映射到设备基座坐标系,远程运动中心的运动就通过使用计算机辅助设备的运动学模型和变换而被映射到计算机辅助设备的合适的坐标系,诸如臂安装平台坐标系330、操纵器安装件坐标系341、351和/或361中的任何一个、计算机辅助设备的远程运动中心(RC)坐标系342、352和/或362中的任何一个等等。在一些示例中,手术台运动的映射被用于预测器械的远程运动中心如何可以由手术台运动而运动。

[0131] 在过程840,确定远程运动中心位置。因为在过程425的配准期间可能没有确定手术台和计算机辅助设备之间的X-Y或水平平移,所以在过程830期间确定的器械的远程运动中心的位置可能不能准确地预测器械的远程运动中心中的每个的X、Y和Z位置。然而,在一些示例中,远程运动中心的X、Y和Z位置可以替代地通过使用计算机辅助设备的运动学模型和计算机辅助设备的关节传感器读数来确定。

[0132] 在过程850,对于由于器械牵引而引起的器械姿态变化进行补偿。通过使用来自过程830的计算机辅助设备的坐标系中的手术台运动的映射以及在过程840期间确定的远程

运动中心位置,确定手术台运动如何移动器械的远程运动中心的估计。远程运动中心的运动的估计然后被用于通过使用例如远程运动中心到器械/摄像机的变换346、356和/或366来估计器械的姿态如何由于手术台运动而正在改变。一旦知道器械姿态变化的估计,计算机辅助设备的一个或更多个附加关节被驱动以补偿器械姿态变化,使得器械和/或末端执行器相对于台面坐标系和/或患者的解剖结构的运动对手术台运动进行补偿。

[0133] 在可选的过程860,将来自外科医生的运动命令叠加在补偿上。因为术中台运动的目标之一是在手术台运动发生的同时许可对器械的控制和/或操纵,所以诸如经由操作者工作站处的主控制装置从外科医生接收的用于器械的任何运动命令也应用于器械和末端执行器。在一些示例中,用于器械的运动命令可以对应于内窥镜摄像机参考系(诸如摄像机参考系363)中的相对运动。在一些示例中,还可以控制成像设备,并且因此控制摄像机参考系,以相对于台面坐标系和/或患者的解剖结构保持一致的姿态。在一些示例中,运动命令与通过与在过程850期间确定的补偿运动叠加在一起而相组合。叠加的运动然后被用于驱动一个或更多个附加关节。

[0134] 根据一些实施例,并且如上所述,取决于远程运动中心和对应的器械是否与由外科医生主动控制的器械相关联(并且可选的过程860正在被执行)和/或是否与未被主动控制的器械(例如成像设备)相关联,过程435和/或过程810-860可以通过使用计算机辅助设备变换和/或坐标系的各种组合来执行。在一些示例中,当手术台跟踪被用于主动控制的器械时,如在2015年3月17日提交的标题为“用于集成手术台运动的系统和方法(System and Method for Integrating Surgical Table Motion)”的美国临时专利申请US62/134,292以及同时提交的标题为“用于集成的手术台运动的系统和方法(System and Method for Integrated Surgical Table Motion)”的代理人案卷号为ISRG07000PCT/70228.484W001的PCT专利申请中更详细描述的技术可以用于执行过程435和/或过程810-860,这两个申请都通过引用以其整体并入本文。在一些示例中,当手术台跟踪被用于未被主动控制的器械时,如2015年3月17日提交的标题为“用于维持工具姿态的系统和方法(System and Method for Maintaining a Tool Pose)”的PCT专利申请PCT/US 15/21089中更详细描述的技术可以被用于执行过程435和/或过程810-860,该申请通过引用以其全部内容结合在此。

[0135] 返回参考图4,在过程440,监测手术台跟踪。由于术中台运动的复杂性以及(诸如在过程420、440和/或850期间)计算机辅助设备可能不能充分补偿器械的姿态的变化可能性,在术中台运动期间监测和/或跟踪器械的远程运动中心,以确保每个远程运动中心按预期的那样随着患者移动。在一些示例中,当远程运动中心没有按预期移动时,这种状况可以指示由对接的套管施加到患者的体壁的力正在增加,因为由操纵器保持的器械的远程运动中心可能从患者身上的身体开口点发散。在一些示例中,当允许这些力不适当地增加时,它们可能导致对患者的伤害、对计算机辅助设备的损坏和/或对手术台的损坏。

[0136] 图9是根据一些实施例的用于监测手术台跟踪的过程440的简化图。过程440的一个或更多个过程910-950可以至少部分地以存储在非瞬时的、有形的机器可读介质上的可执行代码的形式来实现,机器可读介质在由一个或更多个处理器(例如控制单元130中的处理器140)运行时可以导致一个或更多个处理器执行一个或更多个过程810-860。在一些实施例中,过程440可以用于帮助确保器械的远程运动中心能够随着手术台运动而移动。在一些示例中,由于对接的铰接臂的阻碍和/或碰撞、未检测到的运动范围限度和/或诸如此类,

远程运动中心可能不能按预期移动。

[0137] 在过程910,确定手术台运动。使用过程810和/或基本上类似于过程810的过程,确定手术台的运动。

[0138] 在过程920,预测远程运动中心的移动。使用在过程910期间确定的手术台运动、台座到台面的变换以及台座到设备基座的变换,手术台运动通过使用例如类似于过程830的过程而被映射到设备基座坐标系。一旦手术台运动被映射到设备基座坐标系,计算机辅助设备的运动学模型和/或变换(诸如设备基座到臂安装平台的坐标变换335、臂安装平台到操纵器安装件的变换344、354和/或364和/或操纵器安装件到远程运动中心的变换345、355和/或365)被用于预测手术台运动将如何导致器械的远程运动中心的移动。在一些示例中,映射到各种远程运动中心坐标系342、352和/或362的台座到台面的变换315的差 Δ 被用于预测远程运动中心的移动。

[0139] 在过程930,确定实际的远程运动中心移动。通过使用与过程840类似的过程,确定操纵器的远程运动中心的实际位置。

[0140] 在过程940,预测的远程运动中心移动和实际的远程运动中心移动被比较。在过程920期间确定的所预测的远程运动中心移动和在过程930期间确定的实际远程运动中心移动被比较,以确定远程运动中心是否按预期移动。在一些示例中,比较可以包括:确定每个实际远程运动中心位置是否在对应的所预测的远程运动中心位置的合适的误差容差(诸如12mm)内。在一些示例中,比较可以可选地包括:确定远程运动中心的实际移动是否维持远程运动中心之间的一个或更多个几何关系,诸如由在共同坐标系中的部分远程运动中心所限定的群集/星座(constellation)之间的相对距离和角度关系。

[0141] 在过程950,确定一个或更多个非顺应铰接臂。当过程940的比较指示远程运动中心的一个或更多个没有按预期移动时,实际的和预测的远程运动中心移动之间的差异被用于确定铰接臂和/或操纵器中的哪一个不能顺应并补偿手术台运动。然后,可以通过使用一个或更多个音频和/或视觉警报(诸如操作者工作站上显示的消息、非顺应铰接臂上的闪光等)将一个或更多个非顺应铰接臂传达给外科医生和/或医务人员。

[0142] 根据一些实施例,过程440和/或过程910-950可以通过使用下列申请中进一步详细描述的技术来执行:在2015年3月17日提交的标题为“在反应运动期间监测控制点的系统和方法(System and Method for Monitoring Control Points during Reactive Motion)”的美国临时专利申请US62/134,252以及同时提交的标题为“在反应运动期间监测控制点的系统和方法(System and Method for Monitoring Control Points during Reactive Motion)”代理人卷号为ISRG07030PCT/70228.496W001的PCT专利申请,这两个申请都通过引用以其整体并入本文。

[0143] 返回参考图4,在过程445,显示手术台和计算机辅助设备的状态。这种状态显示可能是有用的,诸如当外科医生在术中台运动期间在操作者工作站必须保持头向前和/或外科医生不能直接观察手术台和/或计算机辅助设备时。此外,患者通常被一个或更多个无菌单覆盖,这经常使得难以观察和/或评估手术台的台面的取向。在一些示例中,外科医生可以使用比通常需要的角度更陡的手术台角度(例如倾斜度和/或特伦德伦伯卧位),以确保发生期望的重力撤回,这可能对患者增加额外的应力并导致伤害。

[0144] 图10是根据一些实施例的用户接口1000的简化图。在一些实施例中,用户接口

1000可以被显示在操作者工作站处,被显示在位于手术台上或附近的显示器处和/或诸如此类。如图10所示,用户接口1000为参与外科手术和/或其他程序的一个或多个医务人员提供状态信息。用户接口1000被划分为几个区域,用于向医务人员显示不同类型的信息。在一些示例中,可以根据医务人员用户接口1000显示何处和/或医务人员用户接口1000在哪里显示,来使用不同的区域和/或不同的区域布置。虽然在图10中未示出,但是当在显示用户接口1000的显示器被配置用于立体视觉时(诸如当用户接口1000被显示在立体操作者工作站上时),用户接口1000可以代表左眼用户接口显示或右眼用户接口显示中任一个。

[0145] 主显示区域1010被用于显示在过程550期间由对接到患者的成像设备提供的实况图像。在一些示例中,这些实况图像是在期望的手术部位附近的患者的内部解剖结构的图像。在一些示例中,成像设备的位置和/或取向可以由外科医生使用这里不再进一步描述的过程来改变。在主显示区域1010中显示的图像内示出的是两个器械1020和1030,仅为了表示的目的,这两个器械被显示为具有夹钳型末端执行器的器械。当外科医生在操作者工作站处使用主控制装置来操纵器械1020和1030时,外科医生能够观察器械1020和1030在外科程序期间如何移动。在一些示例中,如在过程415期间所描述的,器械1020和1030在术中台运动期间必须保持在成像设备的视野内,使得外科医生可以在整个术中台运动期间对于任何可能的复杂情况继续观察器械1020和1030。

[0146] 手术台状态区域1040被显示为位于主显示区域1010上方,但是普通技术人员将理解,手术台状态区域1040可以位于用户接口内的其他地方,包括可能叠加在主显示区域1010上。位于手术台状态区域1040内的是提供关于手术台的状态的信息的几个图标和文本字段。如所示的,倾斜度状态图标1050用于指示手术台的当前倾斜度设置。在一些示例中,可以调整在倾斜度状态图标1050内描绘的手术台和患者的实际倾斜度,以更准确地描绘手术台的倾斜度。例如,当手术台朝向水平倾斜时,倾斜度状态图标1050内的台面和患者也可以朝向水平倾斜。以这种方式,外科医生获得手术台实际上如何倾斜的视觉描绘。在一些示例中,倾斜度状态图标1050还可以包括指示正在调整的手术台的倾斜度的一个或多个视觉提示。在一些示例中,视觉提示可以包括改变倾斜度状态图标1050的颜色、使倾斜度状态图标1050闪烁和/或添加示出倾斜度改变方向的顺时针和/或逆时针箭头。在一些示例中,可以调整倾斜度状态图标1050以反映患者的取向,诸如患者以患者的左侧或右侧放置,而不是患者的背部。在一些示例中,倾斜度状态图标1050还可以包括用于台面倾斜度的运动范围限度和/或极限取向限度和/或当台面的当前倾斜度达到运动范围限度和/或极端取向限度时的一个或多个视觉指示符。在一些示例中,可以使用最大角度线来描绘运动范围限度和/或极限取向限度。在一些示例中,突出显示(诸如闪烁、颜色改变等)可以用于指示倾斜度正在接近运动范围限度和/或极限取向限度。紧挨着倾斜度状态图标1050的是倾斜度值指示符1055,用于报告手术台的当前的倾斜角度和方向。

[0147] 还示出了用于指示手术台的当前特伦德伦伯卧位设置的特伦德伦伯卧位状态图标1060。在一些示例中,可以调整在特伦德伦伯卧位状态图标1060内描绘的手术台和患者的实际特伦德伦伯卧位取向,以更准确地描绘手术台的特伦德伦伯卧位取向。例如,当将手术台的特伦德伦伯卧位设置朝向水平进行调整时,特伦德伦伯卧位状态图标1060内的台面和患者也可以朝向水平移动。以这种方式,外科医生获得手术台的特伦德伦伯卧位取向的视觉描绘。在一些示例中,特伦德伦伯卧位状态图标1060还可以包括指示正在调整手术台

的特伦德伦伯卧位取向的一个或更多个视觉提示。在一些示例中,视觉提示可以包括改变特伦德伦伯卧位状态图标1060的颜色、使特伦德伦伯卧位状态图标1060闪烁和/或添加示出特伦德伦伯卧位取向改变方向的顺时针和/或逆时针箭头。在一些示例中,可以调整特伦德伦伯卧位状态图标1060以反映患者的取向,诸如患者以患者的左侧或右侧放置,而不是患者的背部。在一些示例中,特伦德伦伯卧位状态图标1060还可以包括用于台面的特伦德伦伯卧位设置的运动范围限度和/或极限取向限度和/或当台面的当前特伦德伦伯卧位设置达到运动范围限度和/或极端取向限度时的一个或更多个视觉指示符。在一些示例中,可以使用最大角度线来描绘运动范围限度和/或极限取向限度。在一些示例中,突出显示(诸如闪烁、颜色改变等)可以用于指示特伦德伦伯卧位设置正在接近运动范围限度和/或极限取向限度。紧挨着特伦德伦伯卧位状态图标1060的是特伦德伦伯卧位值指示符1065,用于报告手术台的当前特伦德伦伯卧位取向角度。

[0148] 在一些实施例中,倾斜度状态图标1050和/或特伦德伦伯卧位状态图标1060的使用为外科医生和/或医务人员提供有用且直观的手术台取向读数。在一些示例中,倾斜度状态图标1050和/或特伦德伦伯卧位状态图标1060帮助外科医生确定手术台取向的有效量以支持特定的程序,因为外科医生能够同时监测手术台的台面的取向而同时还观察患者的解剖结构在主显示区域1010中如何响应。在一些示例中,倾斜度状态图标1050和/或特伦德伦伯卧位状态图标1060可以提高用于支持各种程序的手术台取向的可重复性。在一些示例中,倾斜度状态图标1050和/或特伦德伦伯卧位状态图标1060可以允许外科医生更好地调节在程序期间使用的倾斜量和/或特伦德伦伯卧位取向的量。在一些示例中,倾斜度状态图标1050和/或特伦德伦伯卧位状态图标1060可以帮助外科医生识别何时存在明显更陡的倾斜度和/或特伦德伦伯卧位取向和/或何时倾斜度和/或特伦德伦伯卧位取向比在程序期间常规使用的倾斜度和/或特伦德伦伯卧位取向更陡。在一些示例中,极限取向限度的突出显示可以进一步避免不期望的和/或不必要的陡的倾斜度和/或特伦德伦伯卧位取向。随着时间的推移,外科医生可以学习实现期望效果所需的近似最小取向,并且因此限制患者的应力。

[0149] 在一些示例中,倾斜度状态图标1050和/或特伦德伦伯卧位状态图标1060的存在还可以指示在手术台和计算机辅助设备之间建立通信连接。在一些示例中,当在手术台和计算机辅助设备之间未建立通信连接时,当不允许集成手术台运动时和/或类似情况时,可以由用户接口1000去除倾斜度状态图标和/或特伦德伦伯卧位状态图标1060。并且,状态图标1050和1060不存在的可选指示可以被包括在接口1000中。

[0150] 虽然在图10中未示出,但是手术台状态区域1040可以包括附加的状态图标和/或指示符。在一些示例中,附加状态图标和/或指示符可以指示手术台的高度和/或滑动设置、如何将患者放置在手术台上、是否已经进入术中台运动、手术台和/或计算机辅助设备的脚和/或轮是否是锁定的、和/或诸如此类。

[0151] 用户接口1000还可以包括可选的信息性消息区域1070。信息性消息区域1070可以被用于显示适用于术中台运动的一个或更多个信息性消息。当前在图10中示出了两个代表性信息性消息,但是普通技术人员将理解,可以适当地显示更少的或更多的信息性消息。连接状态信息性消息1080示出了手术台和计算机辅助设备之间的连接状态。在一些示例中,连接状态可以与在过程510期间建立的连接相关。警报类型信息性消息1090向外科医生提

供警告,即,可能期望在进行术中台运动之前监测患者和铰接臂和/或操纵器之间的间隙。在一些示例中,附加信息性消息(诸如在过程415期间拒绝进入术中台运动的通知、在过程730期间检测到的运动范围限度、在过程950期间检测到的非顺应铰接臂和/或诸如此类)可以被显示在信息性消息区域1070中。

[0152] 如以上讨论并进一步强调的,图10仅仅是不应过度地限制权利要求书的范围的示例。本领域的普通技术人员会认识到许多变化、替换和修改。根据一些实施例,一个或更多个附加显示区域可以显示手术台、患者和/或计算机辅助设备的实时顶视图和/或侧视图。

[0153] 返回参考图4,在过程450,退出术中台运动。由于手术台和计算机辅助设备正在以术中台运动进行操作,因此进行检查以确定是应当继续术中台运动还是应当退出术中台运动。在一些示例中,可以基于由使用操作者工作站的外科医生发出的命令、医务人员按压手术台命令单元600上的术中台运动进入按钮610和/或诸如此类,来退出术中台运动。在一些示例中,几个安全性互锁中的任何一个可以导致术中台运动的终止。在一些示例中,当在过程510期间建立的手术台和计算机辅助设备之间的连接丢失时,当手术台或计算机辅助设备中任一个的脚、轮和/或安装夹具被解锁时,当套管与操纵器附接和/或分离时,当确定外科医生在操作者工作站处不再头向前时,当安装到器械的器械末端执行器不再处于在过程550期间对接的并且未退缩到相应插管内的成像装置的视场内时,当按压任何铰接臂和/或操纵器上的任何关节解锁按钮时,并且当检测到任何其他潜在的不安全条件时,可以退出术中台运动。在一些示例中,当在过程950期间检测到一个或更多个非顺应铰接臂时或类似情况时,可以由于在过程730期间检测到的未解决的运动范围限度而退出术中台运动。在一些示例中,手术台和/或计算机辅助设备中的一个或更多个电源故障和/或系统故障也可以导致术中台运动退出。

[0154] 如以上讨论并进一步强调的,图4仅仅是不应过度地限制权利要求书的范围的示例。本领域的普通技术人员会认识到许多变化、替换和修改。根据一些实施例,可以用与图4中隐含的顺序不同的顺序来执行过程405-450中的一个或更多个。在一些示例中,过程425-445中的一个或更多个可以用任何顺序和/或部分地或全部地并行地执行。

[0155] 控制单元的一些示例(诸如控制单元130)可以包括非瞬时的、有形的机器可读介质,其包括当由一个或更多个处理器(例如处理器140)运行时可以导致一个或更多个处理器执行方法400的过程的可执行代码。可以包括方法400的步骤的一些普通形式的机器可读介质例如是软盘、软磁盘、硬盘、磁带、任何其他磁性介质、CD-ROM、任何其他光学介质、穿孔卡、纸带、具有孔洞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读取的任何其他介质。

[0156] 尽管说明性实施例已被示出并描述,但在前面的公开中设想了许多的修改、变化和替换,并且在某些情况下,实施例的某些特征可以被采用而无需其他特征的对应使用。本领域的普通技术人员会认识到许多变化、替换和修改。因而,本发明的范围应仅受到以下权利要求书所限制,并且应领会到,应宽泛地并且是以一种与本文公开的实施例的范围相一致的方式来解释权利要求书。

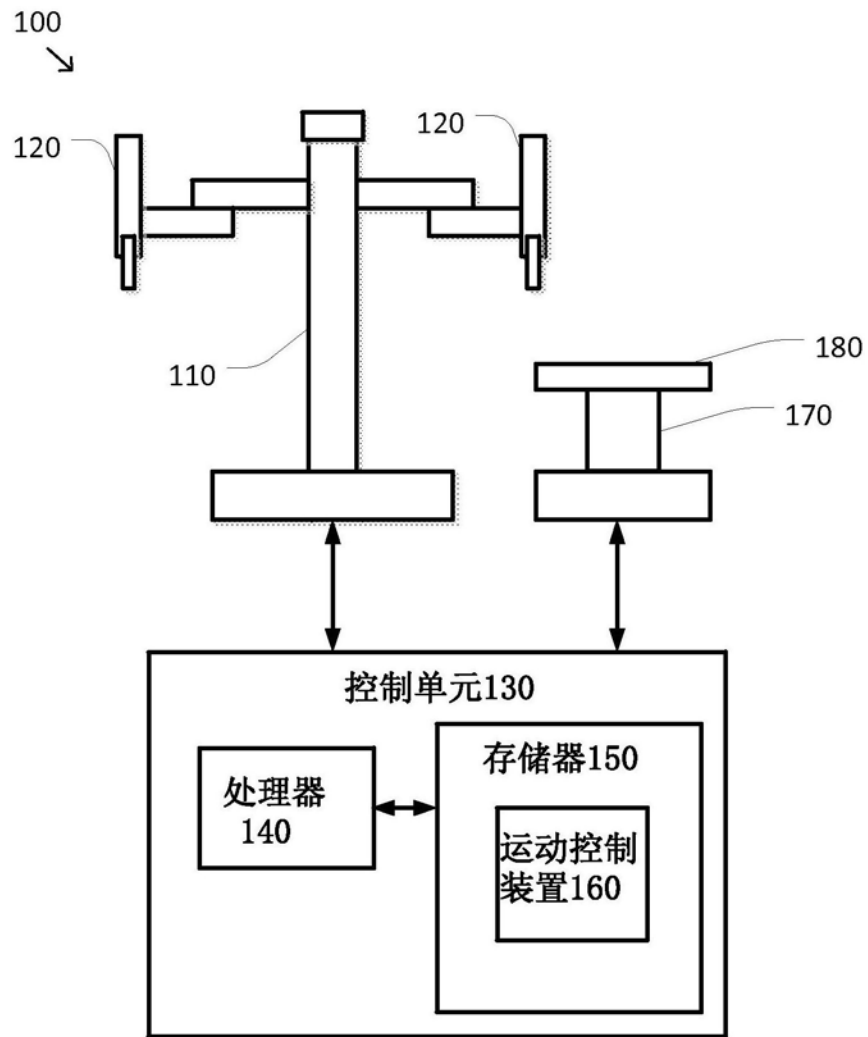


图1

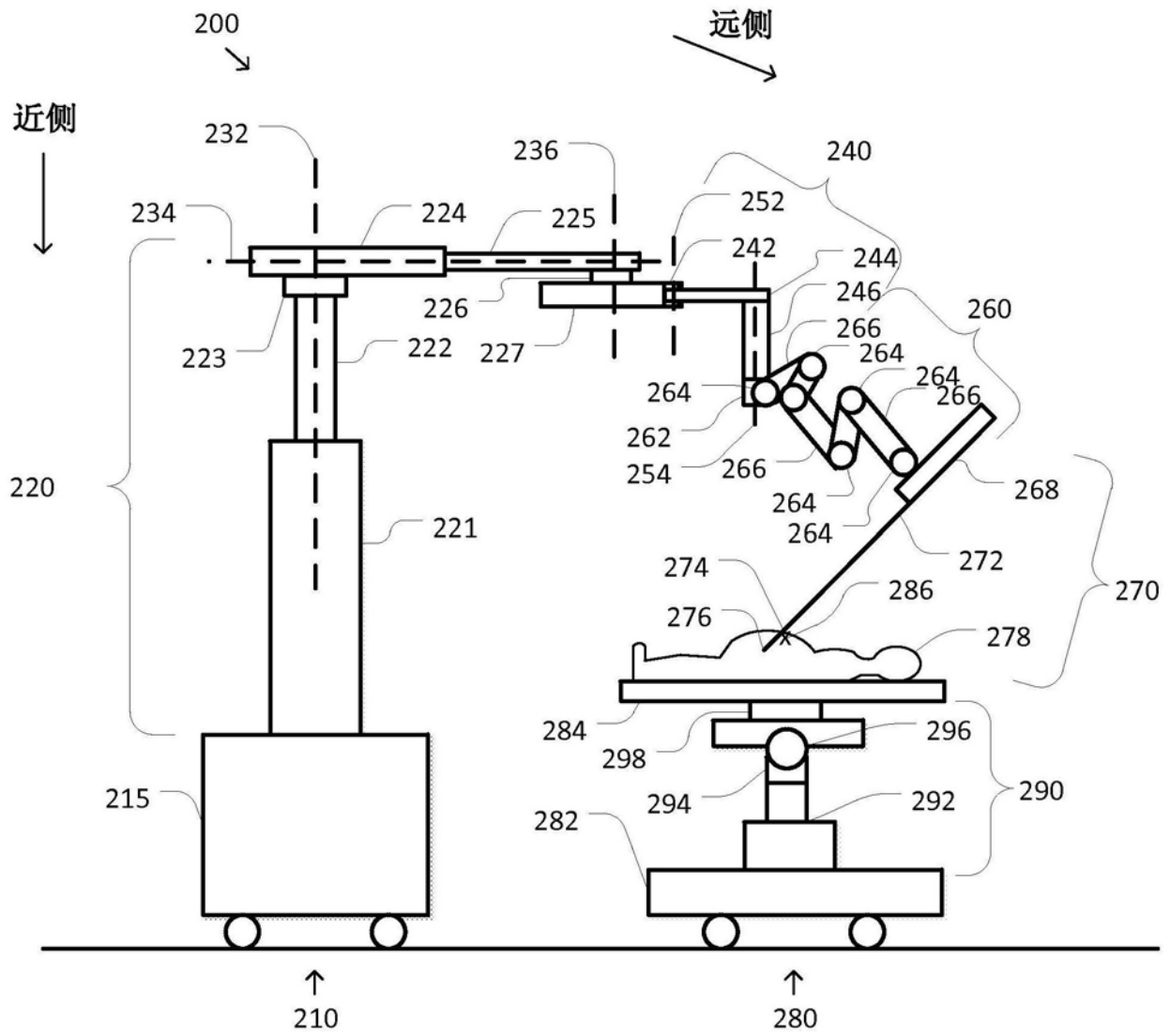


图2

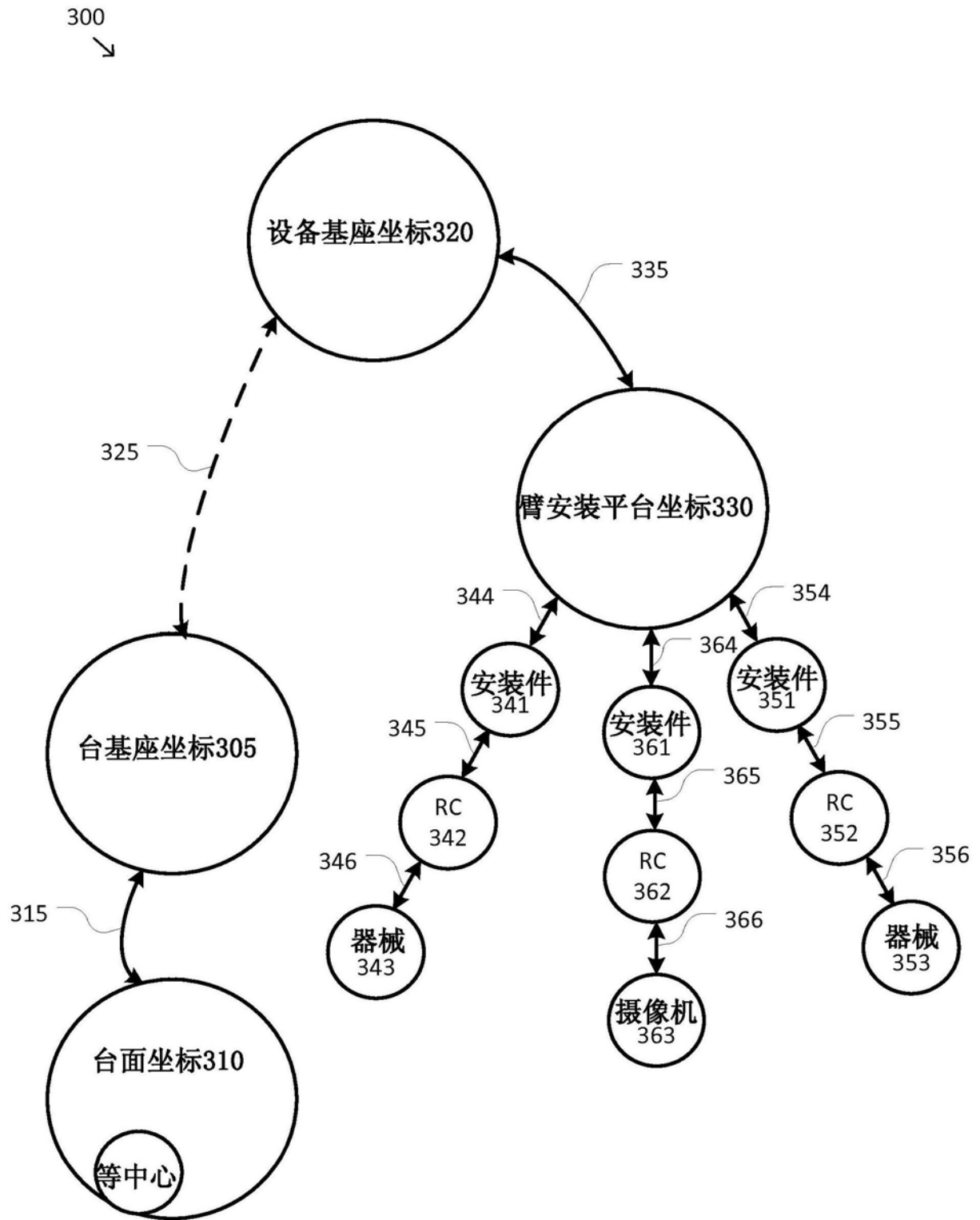


图3

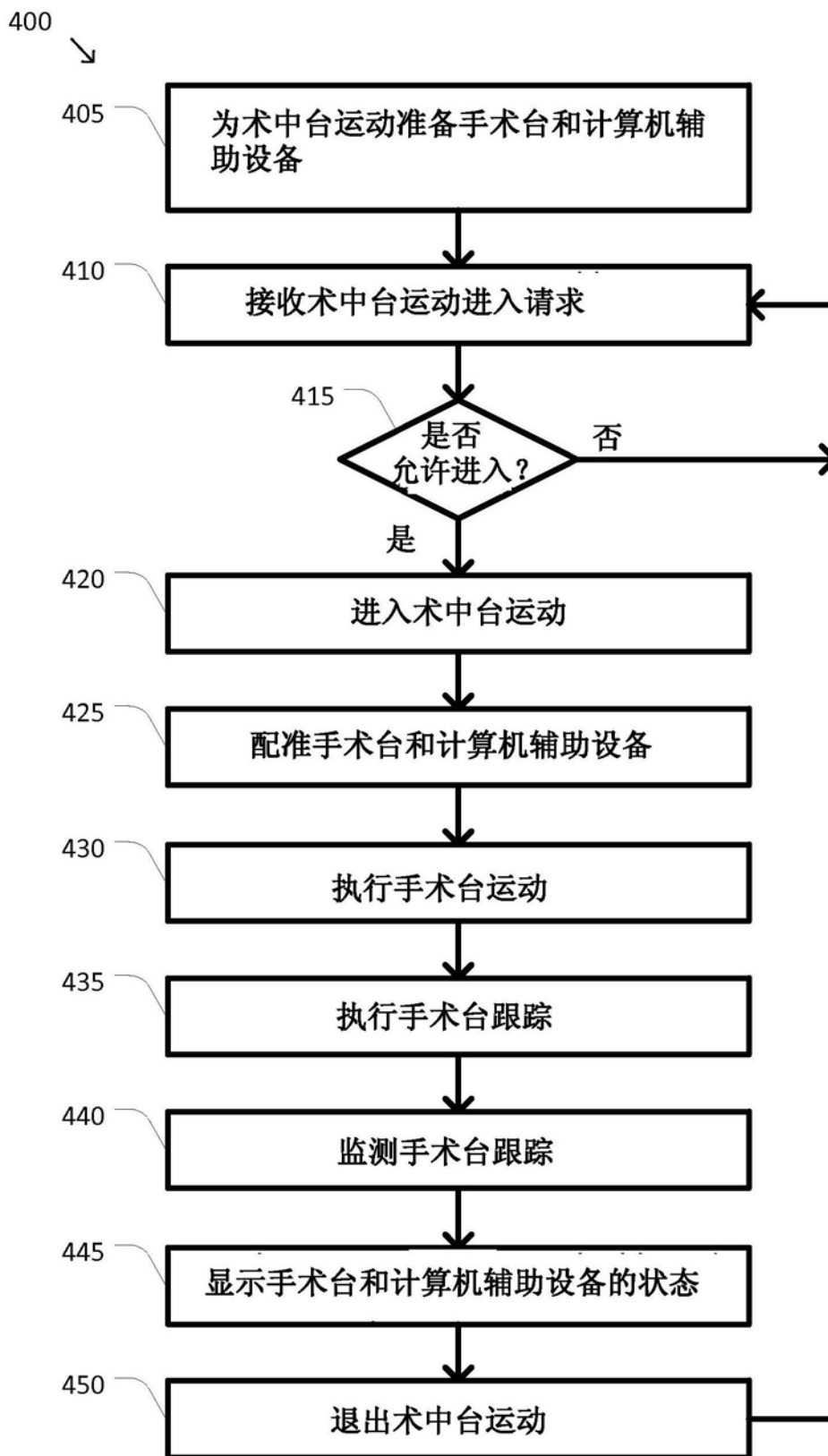


图4

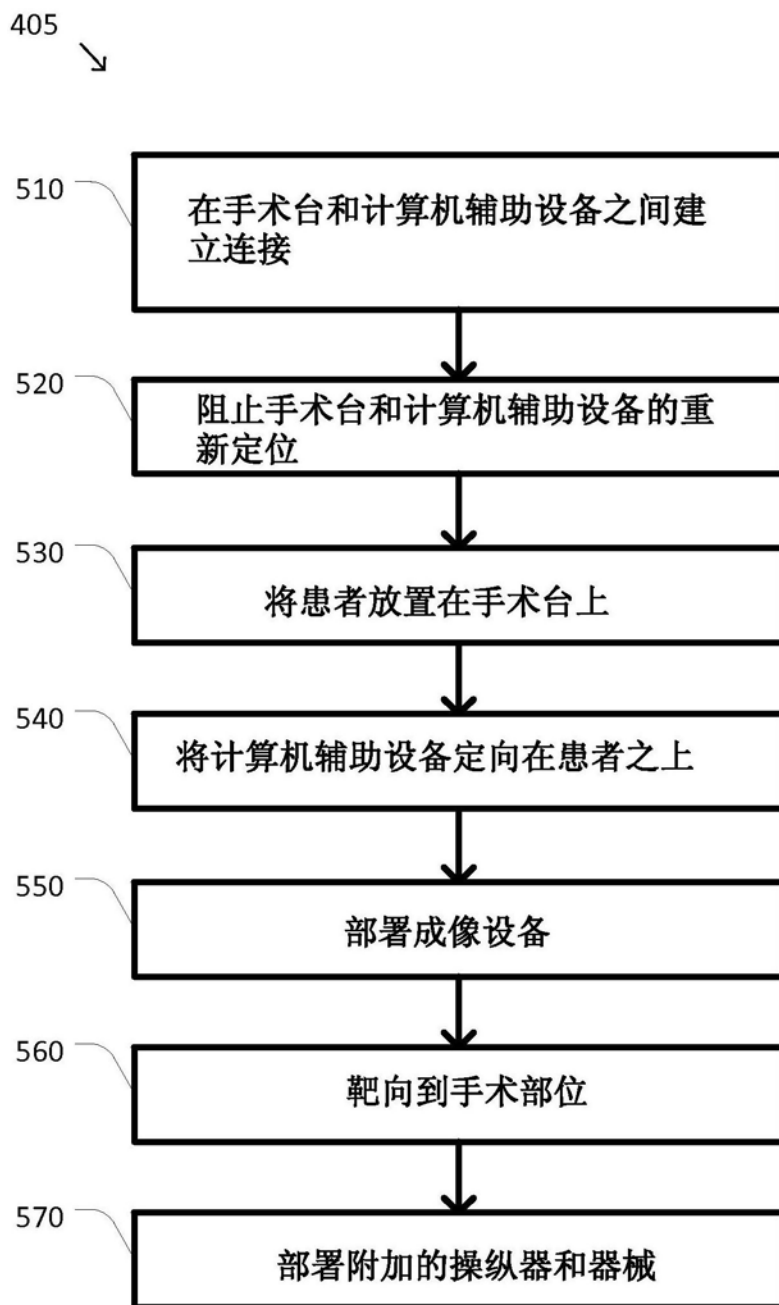


图5

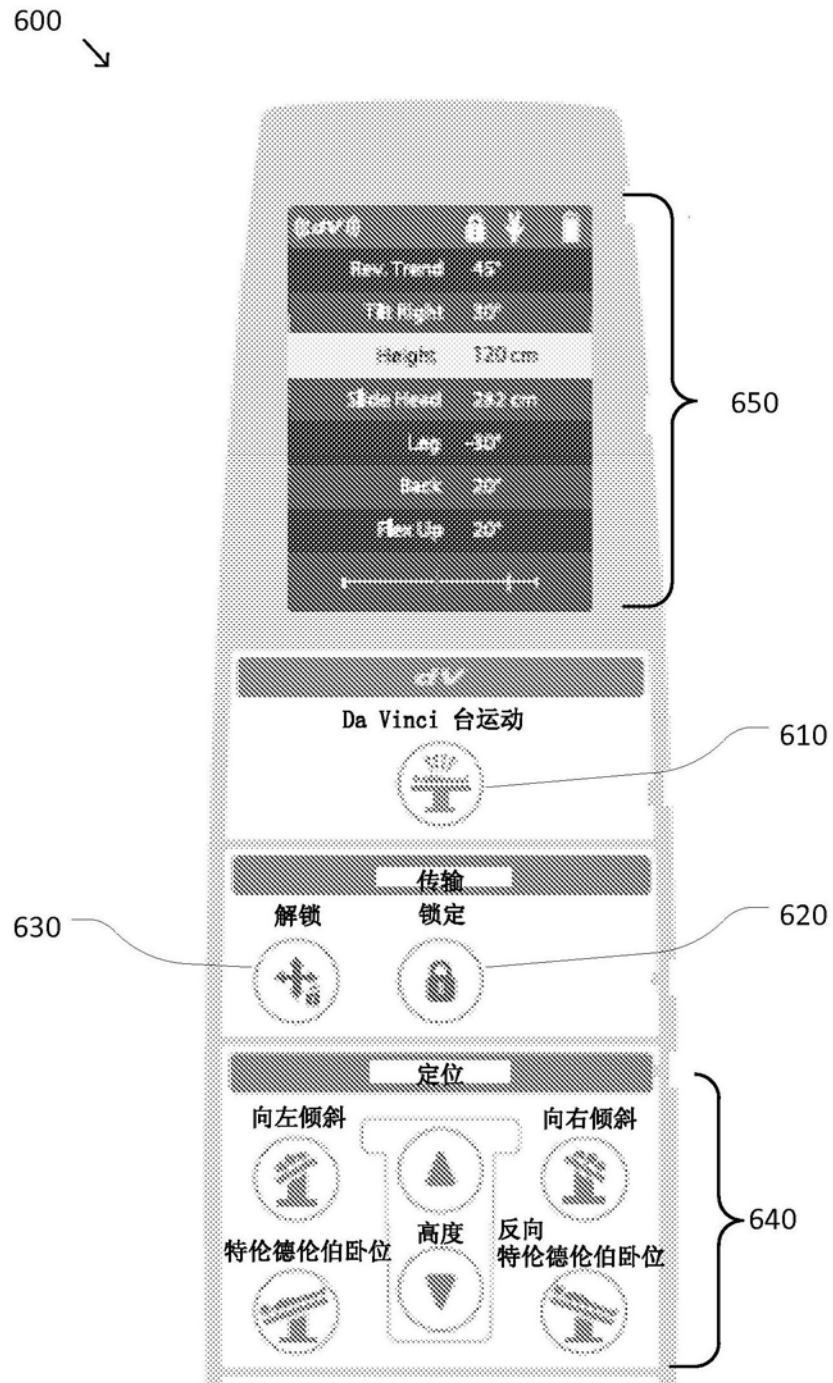


图6

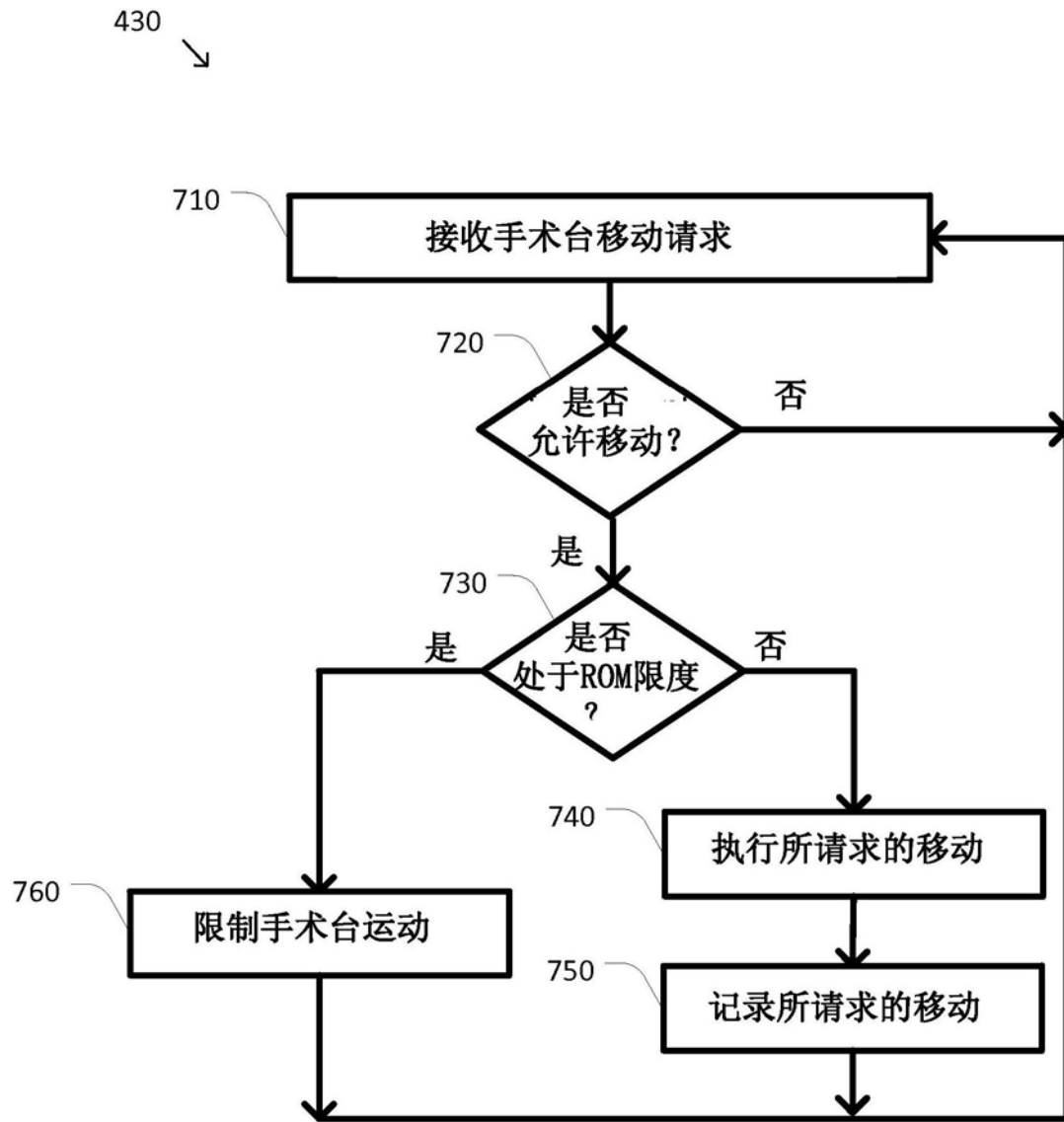


图7

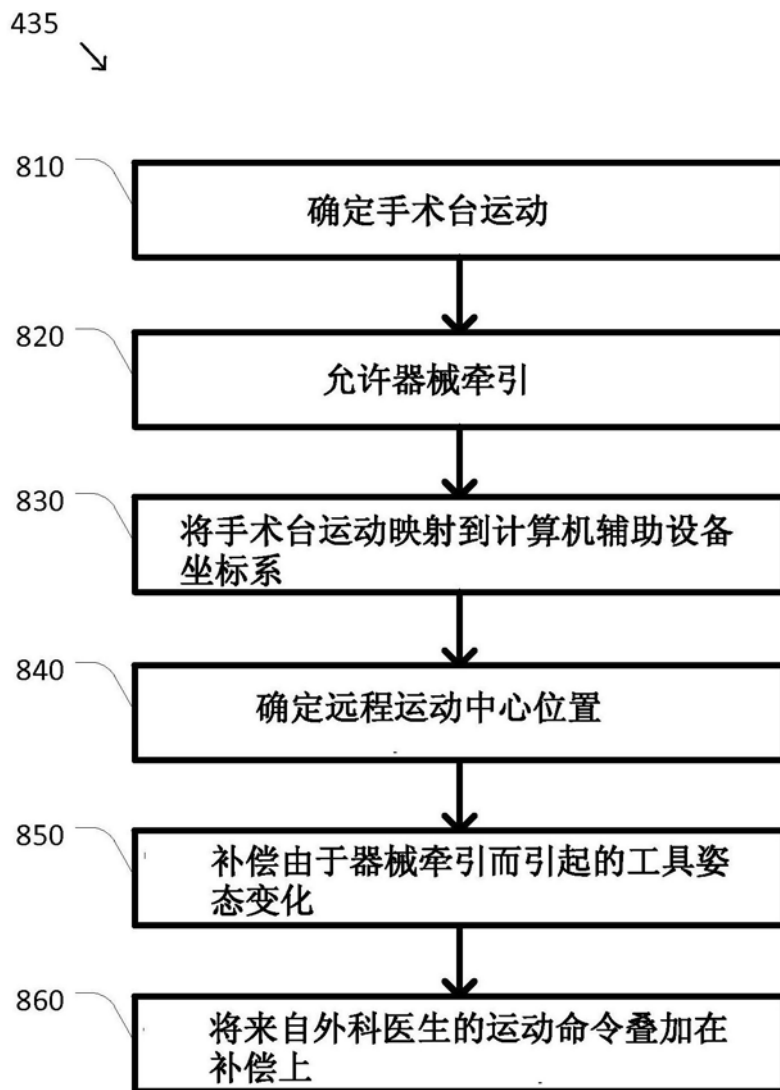


图8

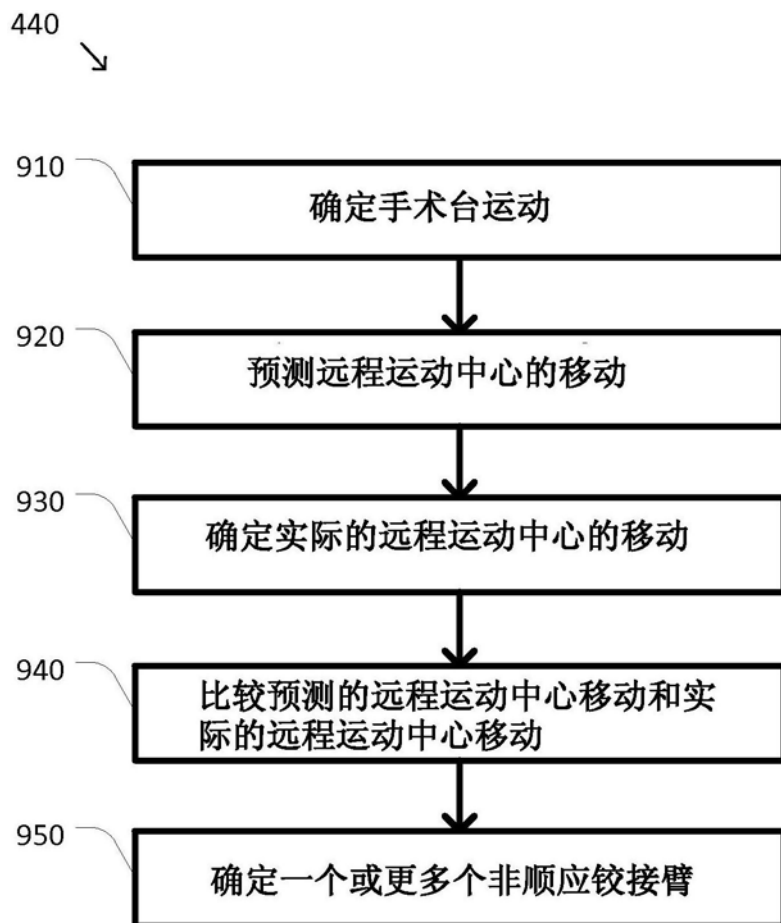


图9

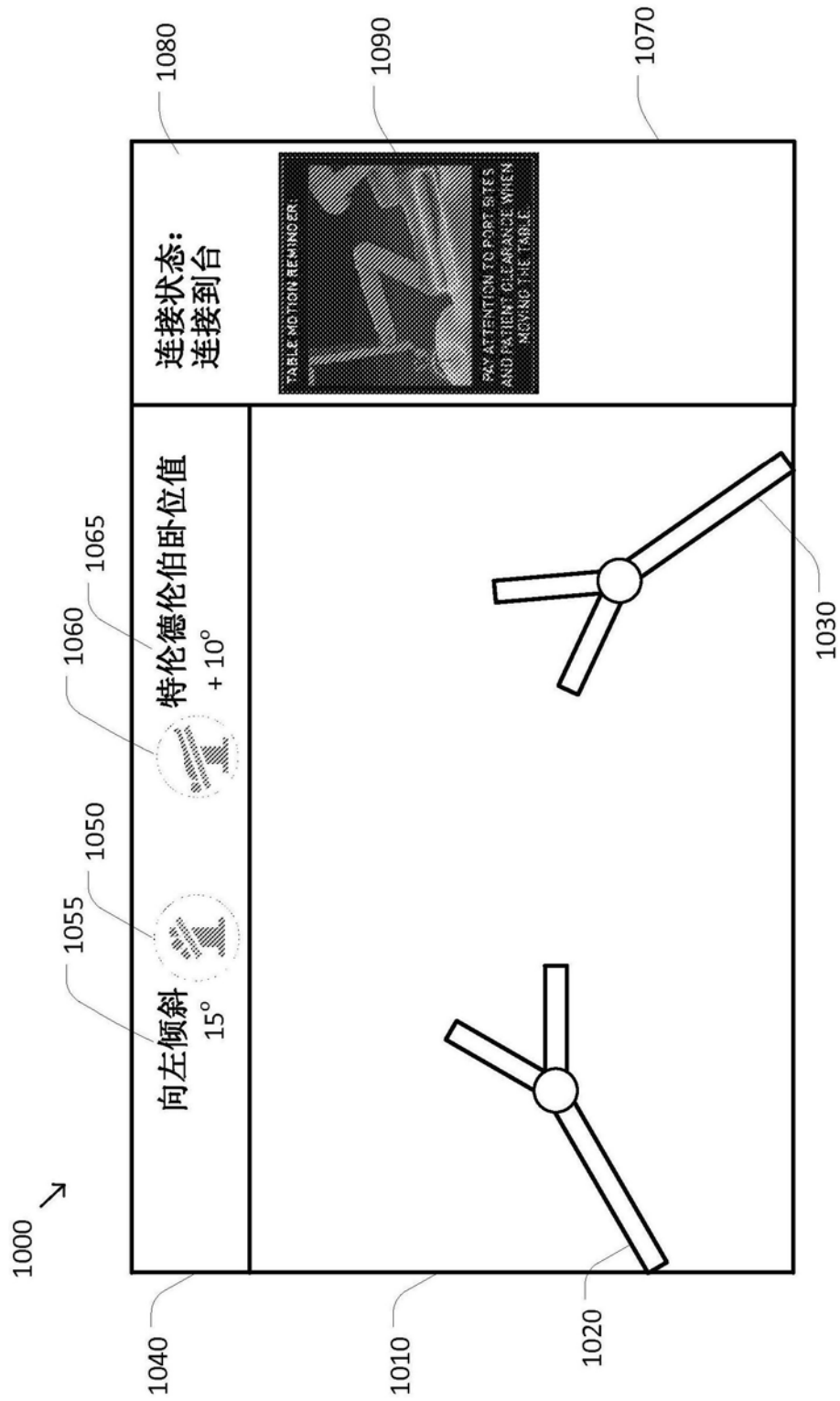


图10

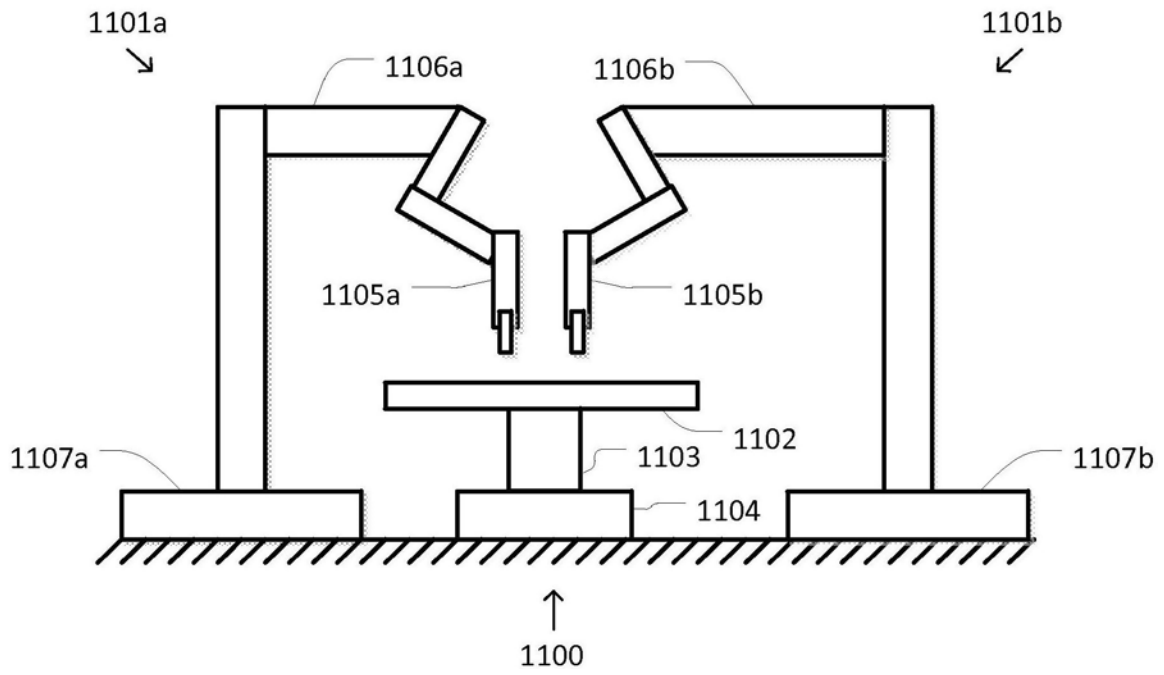


图11A

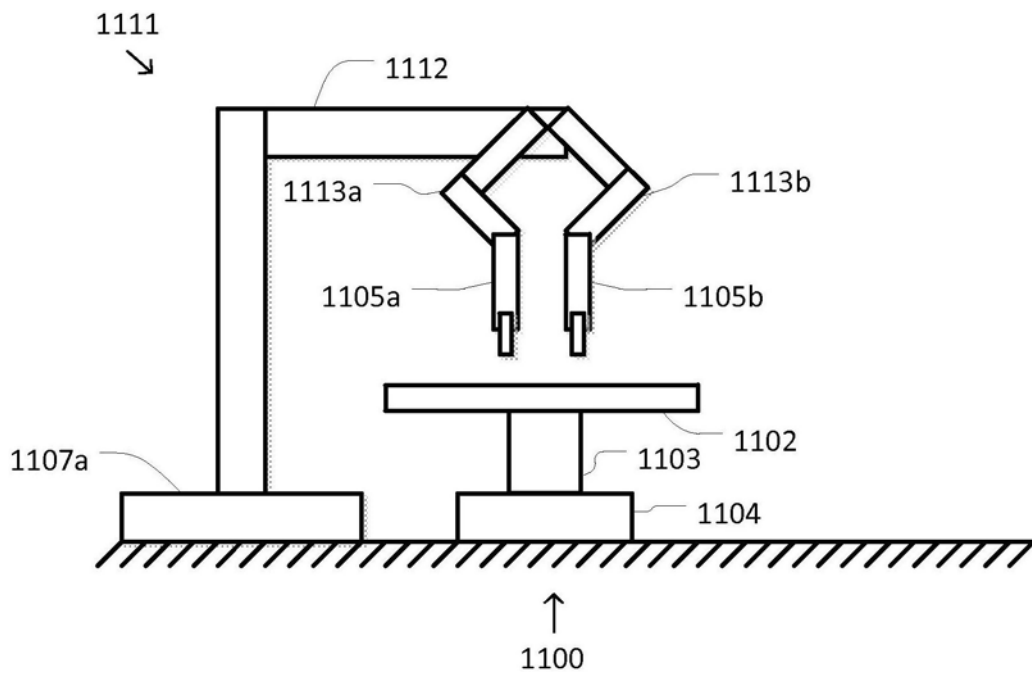


图11B

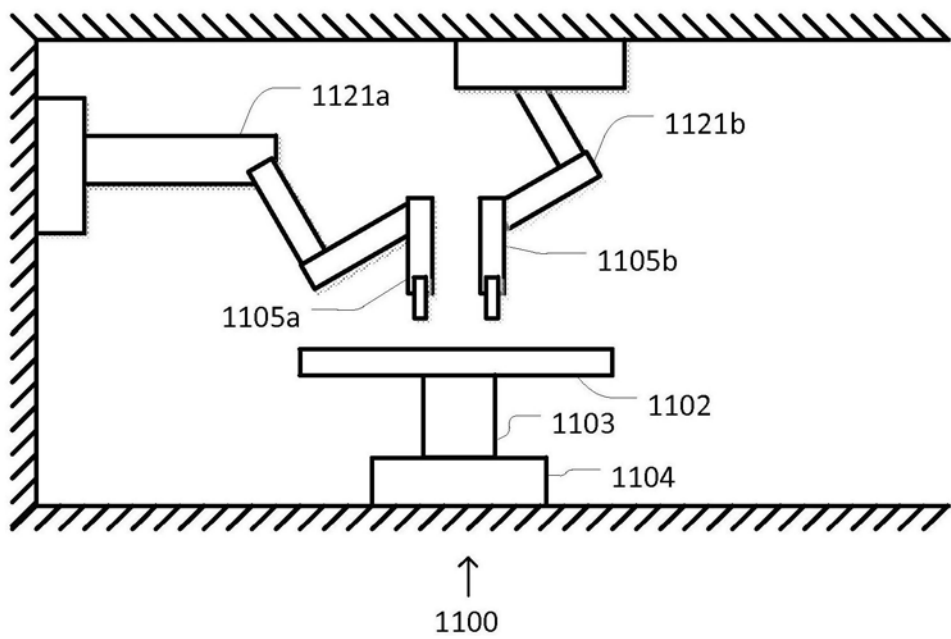


图11C

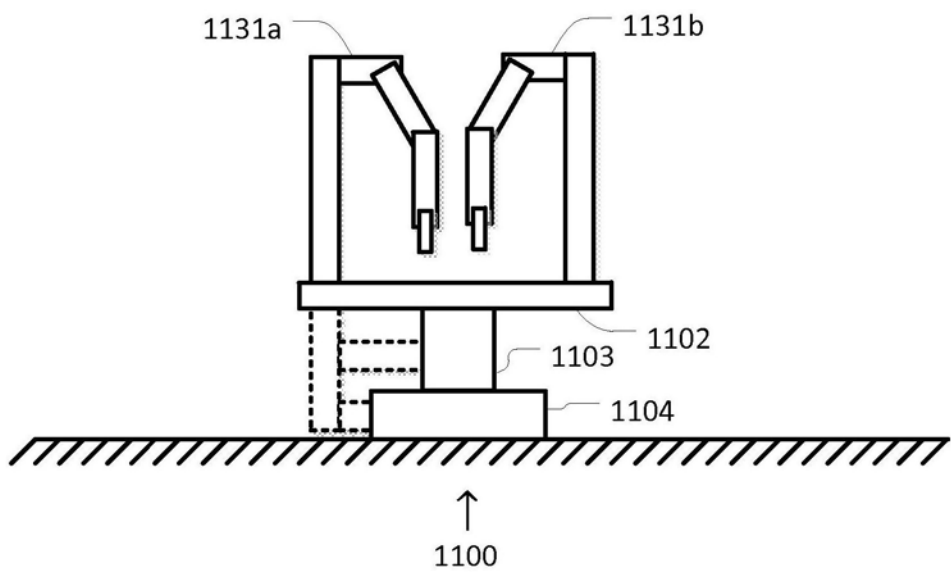


图11D

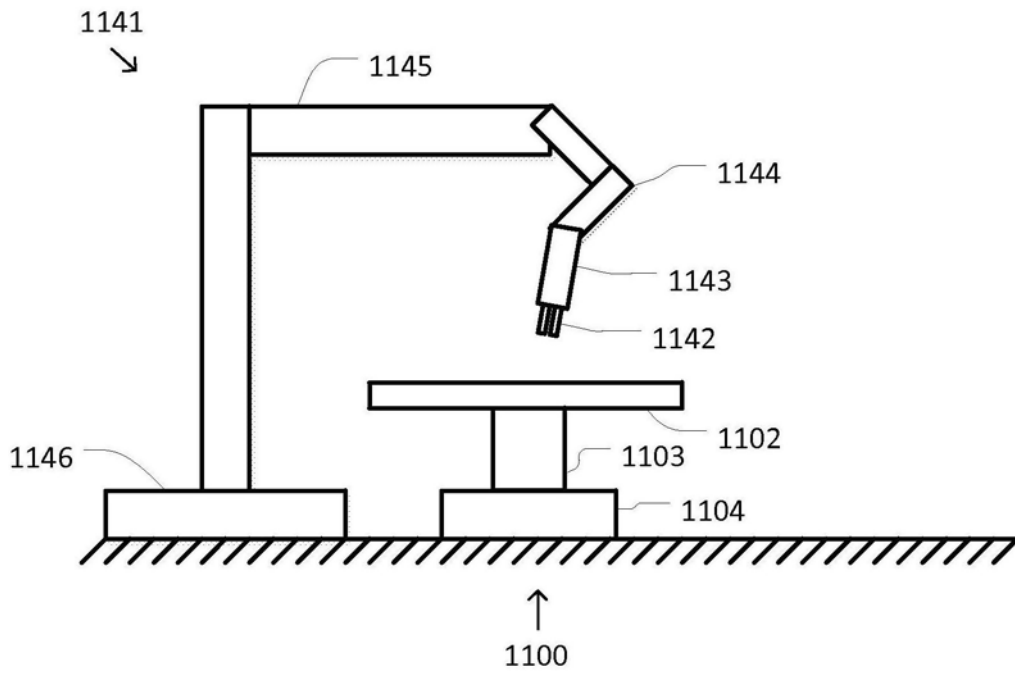


图11E

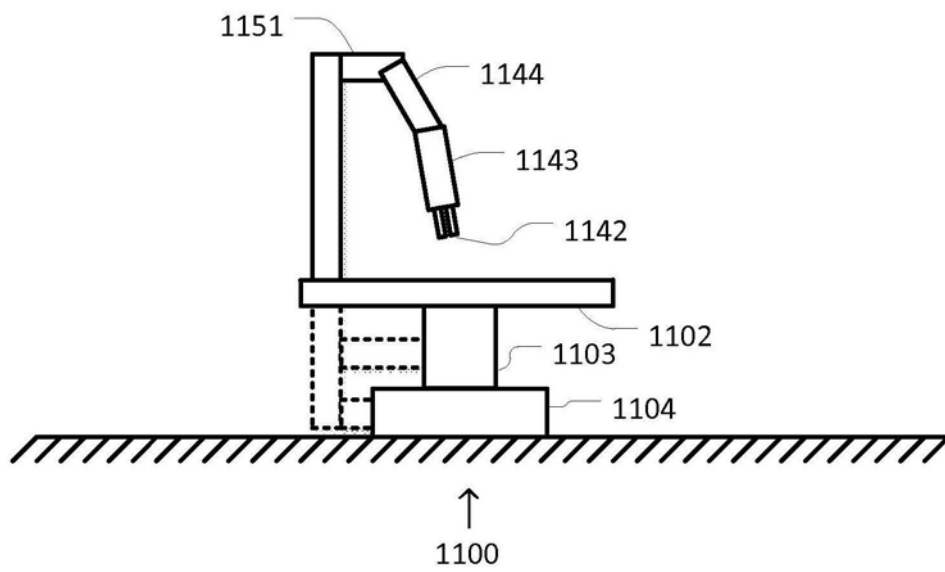


图11F

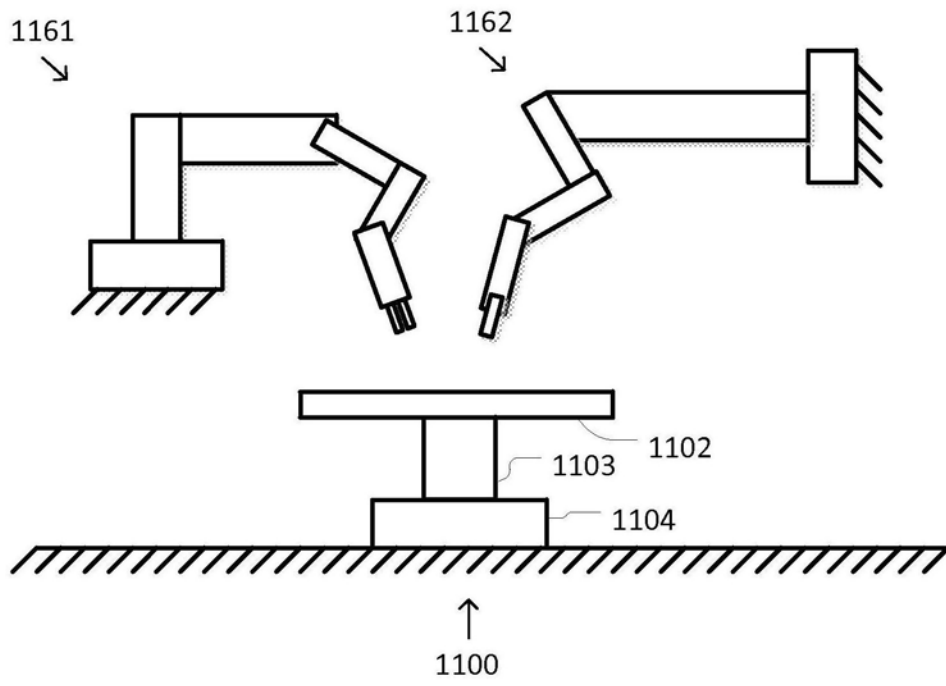


图11G

专利名称(译)	用于集成手术台的系统和方法		
公开(公告)号	CN107072725A	公开(公告)日	2017-08-18
申请号	CN201580057348.7	申请日	2015-10-27
[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	BD伊特科维兹 PG格里菲思 J汉姆菲尔 G林奇 D米勒 P奥格雷迪 N斯瓦鲁普 K 齐娅		
发明人	B·D·伊特科维兹 P·G·格里菲思 J·汉姆菲尔 G·林奇 D·米勒 P·奥格雷迪 N·斯瓦鲁普 K·齐娅		
IPC分类号	A61B34/30		
CPC分类号	A61B34/30 A61G13/02 A61B34/25		
代理人(译)	徐东升 李尚颖		
优先权	62/069245 2014-10-27 US 62/134207 2015-03-17 US		
其他公开文献	CN107072725B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

用于集成手术台的系统及方法，包括医疗设备，该医疗设备包括具有一个或更多个第一关节和第二关节的铰接臂以及控制单元。该铰接臂至少具有安装在第一关节和第二关节远侧的套管、内窥镜或器械，其在身体开口处插入患者内。该控制单元解锁第一关节，接收手术台移动请求，确定是否应当准予手术台移动请求，允许手术台基于该确定来执行所请求的移动，使用第一关节以允许铰接臂基于在身体开口处由患者的体壁施加的力来跟踪身体开口的移动，并且通过执行第二关节的补偿运动来补偿由于跟踪移动而引起的套管、内窥镜或器械的姿态的变化。

