



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109419555 A

(43)申请公布日 2019.03.05

(21)申请号 201810981295.3

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2018.08.27

A61B 34/20(2016.01)

(30)优先权数据

A61B 34/30(2016.01)

2,977,489 2017.08.28 CA

(71)申请人 圣纳普医疗(巴巴多斯)公司

地址 巴巴多斯布里奇顿

(72)发明人 韦尔齐莱恩伯格·巴特

菲利普·亚当

布伦特·安德鲁·贝利

特雷弗·詹姆斯·德尔

道林·肖恩 卢卡斯·罗伯特

(74)专利代理机构 北京京万通知识产权代理有

限公司 11440

代理人 魏振华 万学堂

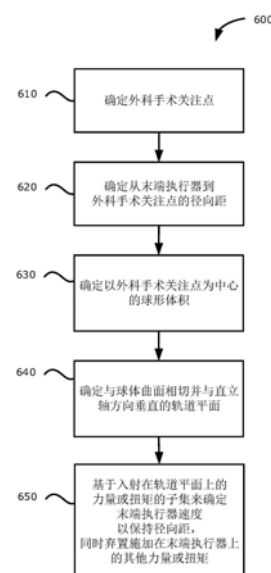
权利要求书3页 说明书15页 附图13页

(54)发明名称

用于外科手术导航系统的定位臂

(57)摘要

利用医疗程序的移动辅助定位臂。定位臂包括底部,连接到底部的臂部,以及连接到臂部的末端执行器。该臂部包括多个臂部级段。该臂部包括多个利用连接臂部级段的接头。基于多个关节中的至少一个关节的移动,末端执行器可在任务坐标空间中以六个自由度操纵。定位臂包括处理器,其用于:检测施加在末端执行器上的力量或扭矩的操纵和确定;确定利用约束末端执行器在任务坐标空间中的移动的外科手术模式;基于确定力量或扭矩以及利用移动末端执行器的外科手术模式确定末端执行器速度;以及基于末端执行器速度应用至少一个关节空间移动。



1. 一种利用医疗程序的移动辅助定位臂,该定位臂包括:

底部;

臂部,其包括:

多个臂部级段,其从第一臂部尾级段延伸到第二臂部尾段,所述臂部在第一臂端部连接到所述底部;以及

多个关节,其利用连接臂部级段,其中每个在所述多个臂部级段中的臂部级段通过一个在所述多个关节中的关节连接到相邻的臂部级段;

末端执行器,其连接到所述第二臂部末端连接,令至所述末端执行器可从移动至少一个在所述多个关节中的关节在任务坐标空间中以六个自由度操纵;处理器,其连接到所述多个关节和所述末端执行器;以及

存储器,其耦合到处理器,并存储处理器可读指令,所述所述指令在执行时使所述处理器:

检测末端执行器的操纵和确定施用在所述末端执行器上的力量或扭矩;

确定利用约束所述末端执行器在任务坐标空间中的移动的外科手术模式;

从以所确定的力量或扭矩确定所述末端执行器速度及在任务坐标空间中移动所述末端执行器的外科手术模式;以及

从所述末端执行器的速度在所述多关节中应用至少一个关节空间移动。

2. 根据权利要求1所述的定位臂,其中所述末端执行器包括扭矩传感器,利用检测施加在所述末端执行器上的力量或扭矩。

3. 根据权利要求1所述的定位臂,其中所述多个关节中的每个关节包括致动器,所述致动器利用促进相邻臂部级段之间的移动,所述进相邻臂部级段连接在所述多个关节中相应关节。

4. 根据权利要求1所述的定位臂,其中每个在所述多个关节中的关节包括关节编码器,其利用确定关节位置。

5. 根据权利要求4所述的定位臂,其中所述关节位置是角位置。

6. 根据权利要求1所述的定位臂,其中所述处理器可读指令在执行时还令至所述处理器使用臂部逆运动学原理来确定所述多个关节中的所述至少一个关节的空间动状,以在所述任务协调空间中移动所述末端执行器。

7. 根据权利要求1所述的定位臂,其中所述末端执行器是配置成接收成像设备或外科手术工具中至少一项。

8. 根据权利要求1所述的定位臂,其中所述处理器可读指令在执行时还令至所述处理器从来自输入介面的输入来确定所述外科手术模式。

9. 根据权利要求1所述的定位臂,其中所述处理器可读指令,其令至所述处理器确定所述末端执行器速度包括处理器可读指令以能:

基于外科手术模确定施加在末端执行器上的力量或扭矩子集来确定末端执行器的速度;以及

基于外科手术模式在确定末端执行器速度时弃置施加施加在末端执行器上剩余的力量或扭矩。

10. 根据权利要求1所述的定位臂,其中所述外科手术模式包括自由移动模式,滚动模

式,平移模式,脱离模式或轨道模式中的至少一个。

11.根据权利要求10所述的定位臂,其中当所述外科手术模式是所述自由移动模式时,令至所述处理器确定所述末端执行器速度的所述处理器可读指令包括处理器可读指令从施加在所述末端执行器的所总和量及总和扭矩来确定所述末端执行器速度。

12.根据权利要求10所述的定位臂,其中当所述外科手术模式是所述滚动模式时,在确定所述末端执行器速度之前,所述处理器可读指令还令至所述处理器:

确定所述末端执行器的滚动轴;以及

从已确定施加在末端执行器上的力量或扭矩确定所述绕滚动轴的滚动扭矩,

并且其中令至所述处理器确定所述末端执行器速度的所述处理器可读指令包括处理器可读指令:

基于施加在末端执行器上的侧倾扭矩确定末端执行器速度,同时弃置施加在末端执行器上的确定力量或扭矩的其他力量或扭矩。

13.根据权利要求10所述的定位臂,其中当所述外科手术模式是所述平移模式时,令至所述处理器确定所述末端执行器速度的所述处理器可读指令包括处理器可读指令来:

基于施加在末端执行器上的总和力量确定所述末端执行器速度,亦同时弃置施加在末端执行器上的扭矩,令至末端执行器速度在x轴、y轴、或z中的至少一个中使末端执行器过渡方向,亦同时消除末端执行器围绕任务坐标空间中的x轴、y轴、或z轴方向的旋转。

14.根据权利要求10所述的定位臂,其中当所述外科手术模式是所述脱离模式时,在确定所述末端执行器速度之前,所述处理器可读指令还令至所述处理器:

确定末端执行器的脱离轴,

并且其中令至处理器确定末端执行器速度的处理器可读指令包括处理器可读指令:

基于沿着脱离轴施加在末端执行器上的力量来确定末端执行器速度,同时弃置不沿着脱离轴施加的其他力量并且弃置施加在末端执行器上的扭矩。

15.根据权利要求10所述的定位臂,其中当所述外科手术模式处于所述轨道模式时,在确定所述末端执行器速度之前,所述处理器可读指令还令至所述处理器:

确定关注点;

确定从末端执行器到关注点的径向距,其中径向距在末端执行器的支座轴方向上;

根据径向距确定以关注点为中心的球形体积;以及

确定与球面体积的曲面相切且垂直于直立轴方向的轨道平面;

并且其中令至处理器确定末端执行器速度的处理器可读指令包括处理器可读指令:

基于入射在轨道平面上的力量或扭矩的子集来确定末端执行器速度以保持径向距,同时弃置施加在末端执行器上的其他力量或扭矩。

16.根据权利要求10所述的定位臂,其中当所述外科手术模式处于所述轨道模式时,在确定所述末端执行器速度之前,所述处理器可读指令还令至所述处理器:

确定一个关注点;

确定从末端执行器到关注点的径向距,其中径向距在末端执行器的支座轴方向上;

根据径向距确定以关注点为中心的球形体积;以及

确定与球体曲面相切并与直立轴方向垂直的轨道平面,其中任务坐标空间是球面坐标空间,并且其中轨道平面在球面坐标中是确定的空间;

并且其中令至处理器确定末端执行器速度的处理器可读指令包括处理器可读指令：

弃置施加在末端执行器上的关于轴线方向的扭矩；

确定入射在作用于末端执行器的轨道平面上的力的子集以保持径向距离，其中力的子集确定在球面坐标空间中；以及

基于力量的子集确定末端执行器速度。

17. 根据权利要求1所述的定位臂，其中所述任务坐标空间是三维笛卡尔坐标空间。

18. 根据权利要求1所述的定位臂，其中所述末端执行器速度包括大小和方向。

19. 根据权利要求1所述的定位臂，其中所述末端执行器包括末端执行器接合开关，以能检测末端执行器操纵。

20. 根据权利要求1所述的定位臂，其中所述医疗程序选自包括外科手术导航，机器人外科手术，机器人辅助外科手术，眼科外科手术或内窥镜检查程序的列表。

用于外科手术导航系统的定位臂

技术领域

[0001] 本申请书总体上涉及一种外科手术导航系统,特别是,本申请书涉及一种用于外科手术导航系统的定位臂。

背景技术

[0002] 外科手术导航系统可包括用于定位和操纵外科手术器械的框架和结构,例如显微镜,切割器械,探针,光源等。在一些情况下,外科手术器械的精确放置对于成功进行外科手术可能是关键的。常见外科手术导航系统的框架和结构可便于在整个外科手术程序中定位和重新定位医疗器械。然而,使用这种现有框架和结构的医疗器械的定位和重新定位需要手动和复杂的用户输入。

发明内容

[0003] 在一个方面,本申请书描述了一种利用医疗程序的移动辅助定位臂。定位臂包括底部;臂部包括:从第一臂部端延伸到第二臂部端的多个臂部级段,臂部在第一臂部端处连接到底部;以及利用连接臂部级段的多个关节,其中每个臂部级段在多个臂部级段中,通过多个关节中的关节连接到相邻的臂部级段;末端执行器连接到第二臂部末端,令至末端执行器可在任务坐标空间中以六个自由度操纵,基于多个关节中的至少一个关节的移动;耦合到多个关节和末端执行器的处理器;以及耦合到处理器并存储处理器可读指令的存储器。处理器可读指令可使处理器:检测末端执行器的操纵并且确定施加在末端执行器上的力量或扭矩;确定利用约束末端执行器在任务坐标空间中的移动的外科手术模式;基于确定力量或扭矩以及利用在任务坐标空间中移动末端执行器的外科手术模式来确定末端执行器速度;以及基于末端执行器速度在多个关节中应用至少一个关节空间移动。

[0004] 在另一方面,本申请书描述了处理器可读指令,其在执行时配置处理器以执行本文描述的一个或多个操作。在这方面,术语处理器旨在包括能够执行程序指令的所有类型的处理电路或芯片。

[0005] 通过附图阅读以下实施例的描述,本领域普通技术人员将理解本申请书其他方面和特征。

附图说明

[0006] 通过示例的方式参考示出本申请书示例实施例的附图。

[0007] 图1是根据本申请书实施例的外科手术导航系统的组件特征;

[0008] 图2示出根据本申请书实施例图1的外科手术导航系统框图;

[0009] 图3示出根据本申请书实施例的外科手术导航系统定位臂透视图;

[0010] 图4以流程图的形式示出根据本申请书实施例末端执行器的定位方法;

[0011] 图5A、5B、5C、和5D示出根据本申请书实施例的示例性外科手术模式,其用于约束耦合到图3的定位臂的末端执行器的移动;

- [0012] 图6以流程图的形式示出根据本申请书实施例当启用轨道模式时末端执行器的定位方法;以及
- [0013] 图7A、7B、7C、和7D示出根据本申请书实施例处于平移模式时的定位臂的配置;
- [0014] 图8A和8B示出根据本申请书实施例处于对峙模式时的定位臂配置;
- [0015] 图9A、9B、和9C示出根据本申请书实施例处于轨道模式时的定位臂配置;
- [0016] 图10A和10B示出根据本申请书实施例处于滚动模式时的定位臂构造;以及
- [0017] 图11A、11B、和11C示出根据本申请书实施例定位臂主体到存储器模式的配置。
- [0018] 在不同附图中可使用类似的附图标记来表示类似的部件。

具体实施例

[0019] 以下讨论的参考细节描述本申请书各种示例和方面。以下描述和附图是对本申请书说明,而不应被解释为限制本申请书。多项细节描述以提供对各种实施例的透彻理解。然而,在某些情况下,没有描述众所周知的或传统的细节以便提供对本申请书实施例简明讨论。

[0020] 如本文所用,术语「包括」和「包含」应被解释为包含性和开放性的,而不是排他性的。具体地,当在说明书和权利要求书中使用时,术语「包括」和「包含」及其变体意味着包括指定的特征,步骤或组件。这些术语不应被解释为排除其他特征,步骤或组件的存在。

[0021] 如本文所使用的,术语「示例性」意味着「用作示例,实例或说明」,并且不应被解释为比本文公开的其他配置更优选或更具优势。

[0022] 如本文所用,术语「大约」,「近似」和「基本上」旨在涵盖可能存在于值范围的上限和下限中的变化,例如属性,参数和变化。尺寸。在非限制性示例中,术语「大约」,「近似」和「基本上」可表示正负10%或更少。

[0023] 如本文所用,短语「术中」是指在医疗程序的至少一部分期间发生或执行的动作,程序,方法,事件或步骤。术中,如本文中的确定,不限于外科手术,并且可指其他类型的医疗程序。

[0024] 在本申请书中,术语「与或」旨在涵盖所列单元的所有可能组合和子组合,包括单独列出的单元中的任何一个,任何子组合或全部单元,并不一定要排除额外的单元。

[0025] 在本申请书中,短语「...或...中的至少一个」旨在涵盖所列单元中的任何一个或多个,包括单独列出的单元中的任何一个,任何子组合或全部单元的,但不必排除任何额外的单元,也不一定要求所有的单元。

[0026] 医学专业人员传统上依赖于所看到的并依靠人手来定位或操纵医疗器械,如显微镜、切割器具、探针、光源等。随着技术的进步,医疗专业人员越多使用外科手术导航系统来提供术中成像功能,以辅助进行医疗程序。例如,外科手术导航系统可包括利用将成像设备定位在外科手术点关节或外科手术口孔附近的臂部。由这些成像设备捕获的图像可被投影到显示器上,令至可更容易地检查外科手术关注点。

[0027] 由于外科手术点关节或外科手术孔通常位于狭窄空间附近或内部,因此固定在定位臂上的外科手术器械(如成像设备)的定位可能需要复杂的工作,以使外科手术器械不接触与外科手术点附近的组织有关或意外损伤。因此,操纵和定位固定到定位臂的外科手术器械可能需要复杂注意。可期望的是提供一种移动辅助定位臂,其可对固定到定位臂的外

科手术器械的移动施加约束。尽管上面的示例描述了将成像设备固定到定位臂,但是其他外科手术器械,例如探针或切割器械,也可在外科手术程序中由定位臂保持和操纵。

[0028] 一些外科手术导航系统可包括具有固定焦距镜头的成像设备。在这样的外科手术导航系统配置中,可期望是保持成像设备镜片与外科手术关注点之间的焦距。然而,如果医疗专业人员想要从不同的视角或视点观察外科手术关注点,但可是麻烦与耗时是重新定位定位臂使得:(1) 成像设备可捕获外科手术从不同的角度关注点;(2) 成像设备可定位成保持成像设备镜头和外科手术点之间的先前焦距关注。因此,可能希望将外科手术器械(如上述成像设备)的移动约束到利用重新定位或操纵外科手术器械的特定移动路径。

[0029] 现在参考图1,其示出根据本申请书实施例外科手术导航系统100的组件。外科手术导航系统100可包括设备塔110,跟踪检测器120,显示器130和定位臂140。在一些示例中,设备塔110可定位在定位臂140附近,如图1所示。如本文将描述,设备塔110可包括利用外科手术导航系统的控制及处理单元。在一些示例中,设备塔110可包括设备塔显示器112,利用接收来自医疗专业人员的输入或者向医疗专业人员提供与外科手术导航系统100的操作有关的输出。

[0030] 跟踪检测器120可包括光学跟踪设备,如跟踪相机、视频相机、三维扫描器、或利用检测外科手术室环境内的基准标记或界标特征的任何其他合适的成像设备。显示器130可被配置为向医疗专业人员显示外科手术部位/关注点的图像,令至可放大外科手术关注部位/点以便于观看。跟踪检测器120和显示器130可与设备塔110通信。

[0031] 定位臂140可包括底部142和臂部144。臂部144可包括从第一臂部端延伸到第二臂部的多个臂部级段。臂部144可在第一臂部端处联接到底部142。臂部144还可包括多个利用连接臂部级段的接头。多个臂部级段中的每个臂部级段可通过多个关节中的关节连接到相邻的臂部级段。

[0032] 定位臂140可包括连接到第二臂部端的末端执行器146。末端执行器146可基于多个关节中的至少一个关节的移动在任务坐标空间中以六个自由度操纵。在一些实施例中,任务坐标空间可是三维笛卡尔坐标空间,利用跟踪末端执行器在外科手术室环境中的移动和位置。例如,原点位置(0,0,0)可是任务坐标空间中的预定位置,并且末端执行器的移动和位置可相对于原点位置。端部执行器146在示例性任务坐标空间中的移动可包括在x轴方向、y轴方向、或z轴方向中的至少一个方向上的移动,并且可包括围绕x中的至少一个的旋转。任务坐标空间中的轴方向、y轴方向、或z轴方向。提供三维笛卡尔坐标空间作为示例;然而,可为任务坐标空间实现其他类型的坐标空间。

[0033] 端部执行器146可包括扭矩传感器,利用确定施加在端部执行器146上的力量和扭矩。也就是说,如果医疗专业人员要推动末端执行器146以朝向或远离原点位置推动末端执行器146,则扭矩传感器可检测到末端执行器146正在被操纵并且可确定力量和扭矩施加在末端执行器146上。在一些实施例中,施加在末端执行器146上的力量和扭矩可相对于效应器坐标空间确定。效应器坐标空间可与末端执行器146相关联,而末端执行器146可被跟踪并且可移动通过任务坐标空间中的不同位置。也就是说,效应器坐标空间可是利用跟踪施加在末端执行器146上的力量与或扭矩的坐标空间。在一些示例中,效应器坐标空间可是笛卡尔坐标空间;然而,在一些其他实施例中,其他坐标空间也可使用。

[0034] 例如,施加在末端执行器146上的确定力量和扭矩可包括在效应器坐标空间中的x

轴、y轴、或z轴方向中的至少一个方向上具有大小和方向的平移力量。确定扭矩可包括利用在效应器坐标空间的俯仰，偏转或滚动方向中的至少一个中旋转末端执行器的扭矩。

[0035] 在一些实施例中，末端执行器146可包括固定到其上的一个或多个基准标记，并且外科手术导航系统100可使用跟踪检测器120跟踪末端执行器146在任务空间坐标中的位置或移动。例如，如果任务坐标空间是三维笛卡尔坐标空间，则外科手术导航系统100可被配置为根据x、y、和z坐标以及末端的方向来鉴别末端执行器146的位置。效应器146在任务坐标空间中。在一些其他实施例中，外科手术导航系统100可使用各种图像识别方法来跟踪末端执行器146的位置和取向。

[0036] 端部执行器146可配置成接收外科手术器械，例如成像设备或外科手术工具。也就是说，定位臂140可被配置为将成像设备或外科手术工具定位在任务坐标空间内的指定位置和取向。例如，成像设备可包括显微镜或数字静态照相机，并且成像设备可由末端执行器146定位在外科手术部位附近或关注点，令至图像可显示在显示器130上以供医疗专业人员查看。和支持人员。其他成像设备也可固定到末端执行器146，包括宽视场相机，显微镜和光学相干断层扫描(OCT)设备，视频相机，三维扫描设备或其他成像仪器。外科手术工具可包括探针或切割工具，其可在外科手术的部分期间保持在静止位置，并且可在外科手术程序中的不同时间进行调整。

[0037] 外科手术导航系统100可包括比图1中所示的组件更多或更少数量的组件。例如，外科手术导航系统可包括两个或更多个定位臂，其具有与其耦合的不同成像设备或仪器。虽然末端执行器146可被描述为联接到第二臂部端，但是在一些实施例中，末端执行器146可在第二臂部端处集成到臂部级段中。也就是说，末端执行器146不需要是独立于臂部级段的离散特征。

[0038] 现在参考图2，其示出根据本申请书实施例图1的外科手术导航系统100的示例组件的组件框图。外科手术导航系统100可包括控制及处理单元200。在一些示例中，控制及处理单元200可包括在设备塔110内(图1)。控制及处理单元200可包括一个或多个处理器202，存储器204，系统总线206，输入及输出介面208和通信介面210。

[0039] 控制及处理单元200可与外部设备介入，包括跟踪检测器221，其在一些示例中，跟踪检测器221可是图1的跟踪检测器120。控制及处理单元200还可与数据存储设备242进行介入。数据存储设备242可包括本地或远程存储器设备，诸如硬盘驱动器，数字媒体设备或服务器设备，其中具有存储和数据库能力。如图2所示，数据存储设备242可包括识别数据250，例如利用鉴别外科手术器械260的数据。数据存储设备242还可包括利用外科手术导航系统100的配置数据252。数据存储设备242还可包括术前图像数据254和医疗程序规划数据256。术前图像数据254可包括先前获取患者或术前图像。虽然数据存储设备242在图2中被示为集合设备，但是在一些示例中，可跨多个数据存储设备提供图2中所示的多种数据类型。

[0040] 控制及处理单元200还可与外部输入及输出设备244进行介入。为了说明，控制及处理单元200可与外围设备220进行介入。示例性外围设备220包括外部成像设备222，照明设备224，一个或多个臂部205(在一些示例中可是图1的定位臂140)，投影设备228，三维扫描器209或显示器211。(在一些示例中，其可是图1的显示器130)。在一些示例中，三维扫描器209可包括术前或术中成像设备，例如计算机断层扫描(CT)，磁共振成像(MRI)，超声，眼

睛相干断层扫描(OCT)或结构光成像探头设备。在一些示例中,外部成像设备222或三维扫描器209可具有物理形状因子,其可安装到末端执行器146(图1)并且由臂部205在任务坐标空间中定位或操纵。

[0041] 在一些实施例中,控制及处理单元200可被配置为基于来自外围设备220和其他外部设备的输入来跟踪末端执行器146(图1)或外科手术器械260的位置和取向。例如,跟踪检测器221可被配置为检测和获取与末端执行器146相关的数据,末端执行器146具有固定到其上的一个或多个基准标记。控制及处理单元200可被配置为将检测到的末端执行器146配准到任务坐标空间中的参考帧。也就是说,当跟踪检测器221检测到固定到末端执行器146的一个或多个基准标记时,控制及处理单元200可将检测到的末端执行器146的位置和方向登记到任务坐标空间。在一些示例中,与附接到末端执行器146的一个或多个基准标记相关联的识别数据250可利用在任务坐标空间中识别外科手术器械260。

[0042] 如上所述,本申请书中描述的示例方法包括可至少部分地通过存储在例如存储器204中或存储在数据存储设备242中的处理器可执行指令来实现的操作。在一些示例中,控制及处理单元200可包括处理引擎270。处理引擎270可是利用指定任务的专用处理资源。例如,处理引擎270可包括用户介面引擎272,跟踪引擎274,电机控制器引擎276,图像处理引擎278,图像寄存引擎280,程序计划引擎282,导航引擎284,以及状态分析引擎286。处理引擎270可被示为单独的处理引擎。然而,在一些示例中,处理器202可动态地分配处理引擎资源。

[0043] 现在参考图3,其是根据本申请书实施例利用图1的外科手术导航系统100定位臂300的透视图。定位臂可以是利用医疗程序的移动辅助定位臂。在一些实施例中,医疗程序可包括外科手术导航,机器人外科手术,机器人辅助外科手术,眼科外科手术或内窥镜检查程序中的任何一种。尽管以上描述了示例程序的列表,但是移动辅助定位臂可利用任何其他类型的医疗程序。

[0044] 如图3所示,定位臂300可与外科手术台302相邻,外科手术台302可利用在医疗程序的持续时间内定位患者。例如,外科手术台302可是外科手术室台,并且患者可在医疗程序期间定位在外科手术室台上。在图3中,患者或外科手术部位被示为训练设备320,其表示将在其上执行医疗程序的示例患者。在一些示例中,外科手术部位可是关注点,其可用作定位臂300的一个或多个外科手术模式的参考点。这里将描述定位臂300的外科手术模式。

[0045] 定位臂300可包括底部304。为了说明,底部304可包括垂直柱和垂直于垂直柱并且连接到垂直柱的水平支撑件。在一些示例中,底部304可是适合于支撑如本文所述的臂部的任何其他形状或配置。

[0046] 定位臂300可包括臂部,其中臂部包括多个臂部级段。在图3所示的示例中,多个臂部级段包括第一臂部级段312a,第二臂部级段312b,第三臂部级段312c,第四臂部级段312d和第五臂部级段312e。尽管参考图3描述了五个臂部级段,但是在其他示例中,定位臂300可包括更少或更多的臂部级段。多段臂部级段可从第一臂部端延伸到第二臂部端。臂部可在第一臂部端处联接到底部304。特别在图3中,多个臂部级段从第一臂部级段312a延伸到第五臂部级段312e。第一臂部级段312a可位于第一臂部端。第五臂部级段312e可位于第二臂部端。

[0047] 臂部可包括多个关节,利用连接多个臂部级段。多个关节可包括第一关节314a,第

二关节314b,第三关节314c,第四关节314d,第五关节314e和第六关节314f。尽管参考图3描述了六个关节,但是在其他示例中,定位臂300可包括更少或更多的关节。多个臂部级段中的每个臂部级段可通过多个关节中的关节连接到相邻的臂部级段。例如,第二关节314b可将第一臂部级段312a与第二臂部级段312b连接。

[0048] 臂部还可包括末端执行器316,其可配置成接收成像设备330或外科手术工具。示例成像设备330可包括显微镜、数码摄像机、投影设备,三维扫描器等。外科手术工具可能包括切割工具,探针工具等。在图3所示的示例中,第一关节314a可将第一臂部级段312a联接到底部304,并且第六关节314f可将第五臂部级段312e联接到底部316。

[0049] 在一些实施例中,末端执行器316可包括扭矩传感器,莫用于确定施加在末端执行器316上的力量和扭矩。扭矩传感器可耦合到一个或多个处理器202(图2),令至外科手术导航系统100(图1)可实现利用检测末端执行器316的操纵并且确定施加在末端执行器316上的力量和扭矩的操作。例如,确定力量可包括与三维笛卡尔坐标空间的x轴、y轴、或z轴的移动相关联的确定大小和方向。确定扭矩可包括与在任务坐标空间中围绕x轴、y轴、或z轴方向的旋转相关联的确定大小和方向。

[0050] 端部执行器316还可包括利用接收来自医疗专业人员的输入的手柄。医疗专业人员可能希望固定到末端执行器316的成像设备330被重新定位以从不同的视点或视角捕获外科手术部位的图像。因此,医疗专业人员可抓住末端执行器手柄并尝试将末端执行器316移动到任务坐标空间中的另一个位置或方向。外科手术导航系统100可检测到末端执行器316正在被操纵,并且可确定施加在末端执行器316上的力量或扭矩。如本文将描述的,外科手术导航系统100可基于确定力量和扭矩以及利用在任务坐标空间中确定新的末端执行器位置的外科手术模式来确定末端执行器速度。

[0051] 在一些实施例中,末端执行器316可包括接合开关(未明确在图3示出),利用令至能够检测末端执行器操纵。例如,接合开关可是触摸传感器,并且末端执行器316可被配置为当触摸传感器检测到用户的存在时能够检测末端执行器中的移动。在另一个示例中,接合开关可是接合按钮,并且末端执行器316可被配置为当按下接合按钮时能够检测末端执行器中的移动。也就是说,当医疗专业人员抓住末端执行器手柄时,可按下接合按钮。末端执行器接合开关可利用确保定位臂检测到末端执行器316的有意操纵,而不是意外地与末端执行器接触。例如,当医疗专业人员意外地撞到末端执行器时,定位臂300可被配置为忽略意外输入,除非接合开关被接合。

[0052] 如上所述,臂部可包括多个利用连接臂部级段的接头。每个关节可包括旋转关节,棱柱关节或柔性关节中的至少一个。例如,旋转关节可是围绕参考轴旋转或旋转的关节。棱柱形接头可在线性方向上在两个区段或主体之间施加移动。柔性接头可连接两个可能不对齐的节段或主体。例如,柔性关节可包括与软机器人一起使用的关节。

[0053] 为了说明,在图3中,第一关节314a可是旋转关节,并且第一臂部区段312a可经由第一关节314a联接到底部304,令至第一臂部区段312a可绕第一关节旋转。轴382,如图3所示。在另一示例中,第二关节314b可是旋转关节,允许第一臂部级段312a相对于第二臂部级段312b围绕旋转轴384展现旋转或旋转移动。在图3中,与第一关节314a相关联的第一轴382可垂直于与第二关节314b相关联的旋转轴384。

[0054] 图3中所示的多个关节意味着可利用定位臂300的关节的示例;然而,应当理解,可

选择和配置多个关节中的每一个,令至耦合到第二臂部端的末端执行器316可在任务坐标空间中基于移动的六个自由度可操纵。关节多项中至少有一个关节。

[0055] 多个关节中的每个关节还可包括致动器(未明确示出),以便于在多个关节中由相应关节连接的相邻臂部级段之间的移动。也就是说,每个致动器可独立地促进通过相应致动器的接头连接的相邻臂部级段之间的移动。

[0056] 例如,第二关节314b可包括致动器,利用引起第一臂部级段312a和第二臂部级段312b之间围绕旋转轴384的旋转移动。因为多个关节中的每个关节包括利用促进由相应关节连接的相邻臂部级段之间的移动的致动器,所以定位臂300可是移动辅助定位臂,由此可产生施加在末端执行器316上的力量和扭矩。在端部执行器316的致动器辅助移动中,根据检测到的施加在端部执行器316上的力量和扭矩。

[0057] 多关节中的每个关节还可包括利用确定关节位置的关节编码器。例如,因为第二关节314b可是旋转关节,所以利用第二关节314b的关节编码器可被配置为相对于第二臂部区段312b确定围绕第一臂部区段312a的旋转轴384的角位置。在另一示例中,对于第六关节314f,利用第六关节314f的关节编码器可被配置为确定末端执行器316相对于第五臂部区段312e上的“0度”参考点的角位置。

[0058] 联合编码器可耦合到一个或多个处理器202,令至外科手术导航系统100(图1)可响应于来自关节编码器的关节位置信息来实现操作,利用确定至少一个关节空间移动。利用将末端执行器316定位在任务坐标空间中的更新位置处的多个关节。因此,在一些实施例中,外科手术导航系统100可周期性地接收与施加在末端执行器316上的力量和扭矩有关的数据或信息,并且可周期性地接收其他定位臂参数,包括在此描述来自相应关节编码器的关节角位置,以实现操作。

[0059] 因此,外科手术导航系统100可包括耦合到(1)多个关节的一个或多个处理器202,其中多个关节中的每个关节可包括利用促进移动的致动器和关节编码器;以及(2)末端执行器316,其中末端执行器316可包括扭矩传感器,利用检测末端执行器的操纵并利用确定施加在末端执行器316上的力量和扭矩。基于施加在末端执行器316上的检测到的力量和扭矩,定位臂300可基于确定力量和施加在末端执行器上的扭矩来确定末端执行器速度,以在任务坐标空间中确定更新的末端执行器位置。在一些实施例中,外科手术导航系统100可参考效应器坐标空间确定或跟踪检测到的施加在末端执行器316上的力量和扭矩。如所描述的,效应器坐标空间可与末端执行器316相关联,并且可在末端执行器316移动通过任务坐标空间时在任务坐标空间内移动。

[0060] 此外,定位臂300可使用臂部逆运动学原理来确定多个关节中的至少一个关节空间移动,以将末端执行器定位在任务坐标空间中的新位置处。臂部逆运动学原理可是移动方程,以确定关节参数,以便于在多个关节的至少一个关节中的移动。一个或多个处理器202可将确定关节参数发送到各个关节中的致动器,以便于在各个关节中移动,令至末端执行器316可转换到任务坐标空间中的更新位置。因为致动器可在臂部级段之间施加移动,所以臂部级段的任何移动都可由致动器进行移动辅助。

[0061] 现在参考图4,其以流程图的形式示出根据本申请书实施例定位在图3的末端执行器316之方法400。此方法400可包括通常可由外科手术导航系统100(图1)或定位臂300(图3)执行的操作。此方法400可至少部分通过存储在例如数据存储设备242(图2)中的处理器

可执行指令来实现。例如,处理器可执行指令可由处理器202执行(图2)。在一些示例中,可通过存储在存储器204(图2)或其他数据存储设备中的处理器可执行指令来实现一个或多个操作。为了便于在下面的描述中进行说明,任务坐标空间可是三维笛卡尔坐标空间。然而,本申请书实施例可包含利用任务坐标空间的任何其他类型的坐标空间。

[0062] 在操作410,处理器202可检测末端执行器316的操纵。如果末端执行器316的位置已经在x轴、y轴、或z轴方向中的任何一个方向上移位,则处理器202可确定已经操纵了末端执行器316。此外,如果末端执行器316的取向已经在任何俯仰,偏转或侧倾方向上改变,则处理器202可确定已经操纵了末端执行器316。

[0063] 例如,如果医疗专业人员持住末端执行器316并使末端执行器316从任务坐标空间中的当前末端执行器位置移位,则在操作420,处理器202可确定施加在末端上的力量或扭矩。效应器316。例如,当末端执行器316从其当前位置移位时,处理器202可确定施加在末端执行器316上的力量,以将末端执行器316移位到任务坐标空间中的更新的末端执行器位置。力量可包括大小和方向。另外,当末端执行器316从其当前取向移位时,处理器202可确定利用将末端执行器316移位到任务坐标空间中的更新取向的扭矩。

[0064] 为了说明,定位臂300可利用末端执行器316在外科手术室环境的任务坐标空间中的原点位置处初始化。例如,原点位置可是任务坐标空间中的预定位置。在检测到末端执行器316的操纵时,处理器202可确定施加在末端执行器316上的力量或扭矩。该力量可包括与使末端执行器316移位或使末端执行器316沿任务坐标空间中的指定方向移动相关联的大小和方向。作为说明性示例,力量可使末端执行器316移位到任务坐标空间中沿x轴可是3个单元的位置,沿着y轴2个单元,以及沿着z轴5个单元。因此,力量可使末端执行器316移动到由任务坐标空间中的坐标(3,2,5)确定的位置。此外,该力量可使末端执行器316以更新的末端执行器取向定向。例如,扭矩可使末端执行器316在俯仰,偏转或滚动方向中的至少一个方向上旋转地移位。因此,在操作420,处理器202可确定施加在末端执行器316上的力量或扭矩。如所描述的,可利用确定力量或扭矩来确定末端执行器316在任务坐标空间中的移动,并且移动的结果可导致末端执行器316移动到任务坐标空间中新的位置。

[0065] 在操作430,处理器202可确定利用约束末端执行器在任务坐标空间中的移动的外科手术模式。在一些实施例中,处理器202可基于来自输入介面的输入来确定外科手术模式。例如,设备塔显示器112(图1)可是触摸屏显示器。医疗专业人员可通过触摸屏显示器提供期望的外科手术模式,利用约束末端执行器在任务坐标空间中的移动。在一些其他示例中,医疗专业人员可通过其他输入设备提供期望的外科手术模式,诸如指示设备、触控板设备、键盘设备、及语音命令输入等。

[0066] 在一些实施例中,外科手术模式可包括自由移动模式、滚动模式、平移模式、脱离模式、和轨道模式。在一些示例中,自由移动模式可允许末端执行器316在所有方向和所有方向上自由移动。也就是说,在任务坐标空间中更新的末端执行器位置基于在末端执行器316处检测到的力量和扭矩的总和。滚动模式可将末端执行器位置固定在任务坐标空间中,同时允许关于末端执行器316的滚动轴的方向改变。转换模式可将末端执行器316的方向固定在任务坐标空间内,同时允许任务坐标空间中的位置改变。例如,处理器202可允许沿x轴、y轴、或z轴方向移动,同时保持末端执行器316的俯仰,偏转或滚动方向。脱离模式可将末端执行器316的定向固定在任务坐标空间内,同时允许末端执行器316沿着支座轴朝向或

远离先前确定的d关注点。轨道模式可固定末端执行器位置或方向,令至末端执行器316可在固定距离处围绕先前确定的关注点移动。因此,轨道模式可允许末端执行器316沿着假想的球形体积的曲面在轨道中移动。在本文的描述中将遵循示例性外科手术模式的进一步描述。

[0067] 在操作440,处理器202可基于(1)确定力量和扭矩来确定末端执行器速度;以及(2)利用在任务坐标空间中确定更新的末端执行器位置的外科手术模式。末端执行器速度可包括幅度和方向。在一些示例中,末端执行器速度可基于力量和施加在末端执行器316上的扭矩的组合。

[0068] 在一些实施例中,为了确定末端执行器速度,处理器202可基于外科手术模式确定施加在末端执行器上的力量和扭矩的子集,以利用确定末端执行器速度。此外,为了确定末端执行器速度,处理器202可在确定末端执行器速度时基于外科手术模式弃置施加在末端执行器上的剩余力量和扭矩。

[0069] 为了说明操作440,现在参考图5A、5B、5C、和5D示出利用约束末端执行器316(图3)在任务坐标空间中的移动的示例性外科手术模式。

[0070] 特别,图5A示出这里描述的滚动模式。滚动模式可将末端执行器位置固定在任务坐标空间中,同时允许基于施加在末端执行器316上的确定力量和扭矩来围绕末端执行器316的滚动轴线进行定向改变。在滚动模式中,处理器202可为末端执行器516确定滚动轴502。例如,图5A中示出的末端执行器516可对应于图3的定位臂300的末端执行器316。如图5A中所示,利用末端执行器516的侧倾轴线502可与外科手术关注点510相交。

[0071] 在滚动模式中,处理器202可随后根据施加在末端执行器516上的确定力量和扭矩来确定围绕滚动轴线502的侧倾扭矩。例如,处理器202可确定施加在末端执行器516上的扭矩可在任务坐标空间中以滚动取向移动或调整末端执行器516的取向。

[0072] 因此,处理器202可被配置成在操作440基于施加在末端执行器516上的侧倾扭矩确定末端执行器速度,同时弃置作利用其上的确定力量和扭矩的所有其他力量和扭矩。末端执行器516。也就是说,处理器202可确定利用调节末端执行器516关于侧倾轴502的侧倾方向的扭矩,并且可随后基于扭矩确定末端执行器速度,同时弃置可替代末端执行器的力量和扭矩。516在任何其他方向或方向。例如,处理器可弃置可能导致末端执行器516朝向或远离外科手术关注点510移动的任何力量。

[0073] 在一些实施例中,如果末端执行器516被配置为将成像相机固定到其上,则在滚动模式中,末端执行器516可保持成像相机与外科手术关注点510之间的距离,同时允许旋转成像相机,利用改变捕获图像的视图。将末端执行器516固定在任务坐标空间中的位置防止末端执行器516在受限制的外科手术口孔内的无意移动,从而防止无意伤害或对周围组织的损伤。

[0074] 图5B示出这里描述的转换模式。平移模式可保持末端执行器516的定向,同时允许围绕任务坐标空间的一个或多个轴的位置改变。例如,与图5A中所示的滚动模式相反,平移模式可保持末端执行器516的方向,从而不允许任务坐标空间中的俯仰,偏转或侧倾移动。然而,平移模式可允许在任务坐标空间的x轴、y轴、或z轴方向之一或其组合中的位置移动。

[0075] 因此,在操作440,处理器202可被配置为基于施加在末端执行器上的力量的总和确定末端执行器速度,同时弃置施加在末端执行器上的扭矩。与末端执行器516相关联的末

端执行器速度可使末端执行器516在x轴、y轴、或z轴方向中的至少一个方向上过渡,同时消除末端执行器516中的俯仰,偏转和侧倾移动。当医疗专业人员可能希望观察外科手术空间中的不同点同时保持成像设备的定向固定到末端执行器516时,固定末端执行器516的定向可能是有用的。例如,平移模式可利用创建外科手术关注点的「广角」或全景型视图。

[0076] 图5C示出这里描述的脱离模式。脱离模式可保持末端执行器516的定向,同时允许沿着末端执行器516的支座轴线改变位置。在脱离模式中,处理器202可确定末端执行器516的支座轴。如图5C所示,利用末端执行器516的支座轴504可是邻接的轴,例如,外科手术关注点510和末端执行器516的末端。也就是说,支座轴可与外科手术关注点510相交。

[0077] 因此,在脱离模式中,处理器202可被配置成在操作440基于沿着支座轴504施加在末端执行器上的力量来确定末端执行器速度,同时弃置所有其他力量不沿着支座轴504作用并且弃置施加在末端执行器516上的扭矩。也就是说,处理器202可被配置为基于施加在末端执行器上的力量来确定末端执行器速度,从而引起末端执行器516在支座轴504方向上的移动。此外,处理器202可配置成弃置或忽略施加在末端执行器上的扭矩。总的来说,脱离模式可固定末端执行器516的方向,令至固定到末端执行器516的成像相机将继续捕获外科手术关注点510的图像,同时改变成像相机镜头与图像之间的距离。外科手术关注点510。当医疗专业人员可能期望:(1)在外科手术口腔的狭窄开口内操作成像相机时,将末端执行器移动固定到支座轴504可能是有用的;(2)通过手动调节成像相机镜头与外科手术点之间的距离来调整所拍摄图像的变焦关注510;或者(3)当需要将其他外科手术器械插入外科手术口腔的狭窄开口中时,重新纤维束将成像相机从外科手术口的狭窄开口中拉出。

[0078] 图5D示出本文描述的轨道模式。轨道模式可限制末端执行器沿着假想球形体积的曲面移动,其中假想球形体积可在外科手术关注点510处居中。例如,如果成像相机被附加到末端执行器316(图3)并且被配置为捕获外科手术关注点510的图像,则在轨道模式中,成像相机可捕获外科手术关注点510的图像,令至成像相机镜头和外科手术点之间的焦距保持关联510保持不变。也就是说,成像相机可基于成像相机保持到外科手术关注点510的焦距的约束来改变利用捕获外科手术关注点510的图像的位置或取向。

[0079] 现在同时参考图6,其以流程图的形式示出当外科手术模式是轨道模式时定位末端执行器516(图5D)的方法。在操作610,处理器可确定或鉴定外科手术关注点510。外科手术关注点510可是外科手术医生可在其上进行医疗程序的器官或组织簇。在一些示例中,处理器202可经由外科手术导航系统的输入设备接收利用鉴定外科手术关注点510的输入(图5D)。在一些其他示例中,处理器202可基于图像识别方法来鉴定外科手术关注点510。在一些示例中,处理器202可将当前在镜片视图内的特征鉴别为外科手术关注点510并且将这些特征的识别数据保留在存储器设备中。

[0080] 在操作620,处理器202可确定从末端执行器516到外科手术关注点510的径向距。在一些示例中,处理器202可经由外科手术导航系统的输入设备接收利用确定从末端执行器516到外科手术关注点510的径向距的输入。也就是说,医疗专业人员可基于期望的径向距来确定利用轨道模式的假想球形体积。在一些其他示例中,处理器202可通过使用图像处理技术基于末端执行器516到外科手术关注点510的当前位置来确定径向距。例如,深度图可利用确定从末端执行器516到外科手术关注点510的径向距。

[0081] 在轨道模式中,末端执行器516的关注轴520可与外科手术关注点510相交,并且末

端执行器和外科手术关注点510之间的距离可保持恒定。例如,可相对于任务坐标空间描述关注轴,并且当关闭末端执行器516在任务坐标空间内移动时,关注轴可改变。例如,如图5D所示,当末端执行器516朝向第一位置518a移动时,关注轴可改变。尽管任务坐标空间内的关注轴可改变,但是关注轴可继续与外科手术关注点510相交。此外,当末端执行器进一步朝向第二位置518b移动时,关注轴可进一步改变。同样,尽管关注轴可进一步改变,但是关注轴可继续与外科手术关注点510相交。因此,在轨道模式中,每个相应的末端执行器位置可与不同的关注轴相关联。应当理解,在一些情况下,当末端执行器516可位于假想的关注球形体积相对侧或相对侧时,在第一末端执行器位置处具有第一关注轴的末端执行器516也可具有相同的第一轴。

[0082] 至少基于外科手术关注点510和从末端执行器516到外科手术关注点510的确定径向距,在操作630,处理器202可确定以外科手术点为中心的球形体积关注510,如图5D所示。当定位臂处于轨道模式时,假想的球形体积可用作约束末端执行器516的移动的参考。

[0083] 在操作640,处理器202可确定以下轨道平面:(1)与球形体积的曲面相切;以及(2)垂直于关注轴方向,如图5D的关注轴520。可理解的是,仅施加在轨道平面上的力量可有助于限制末端执行器沿着以外科手术关注点510为中心的确球形体积的曲面的移动。

[0084] 因此,当处于轨道模式时,处理器202可在操作650(其可对应于图4的操作440)被配置为基于入射在轨道上的所施加的力量的子集来确定末端执行器速度。垂直于轨道平面的平面和施加的扭矩利用保持径向距,同时弃置施加在末端执行器516上的其他力量或扭矩。也就是说,当在轨道模式中确定末端执行器速度时,处理器202可被配置为将力量或扭矩设置为零,这可能导致末端执行器516在远离概念的曲面的方向上移动。球形体积。可使末端执行器516增大或减小末端执行器516与外科手术关注点510之间的距离的力量或扭矩分量可设定为零。

[0085] 在一些实施例中,处理器202可设定力量或扭矩,令至末端执行器绕轴线旋转关注到零。例如,外科手术导航系统可被配置为约束围绕关注轴的侧倾移动。围绕轴的滚动移动关注在外科手术导航系统的显示屏上观看可能是有困难的。

[0086] 在轨道模式中,末端执行器516离开假想球形体积的曲面的移动受到图3的定位臂300的约束。当医疗专业人员可能需要外科手术关注点510的多个透视图时,将末端执行器移动约束到以外科手术点为中心的假想球形体积的曲面关注510可是有用的,同时保持末端执行器516与末端执行器之间的焦距。外科手术关注点510。总体而言,约束末端执行器移动可利用限制由末端执行器516伤害或导致外科手术部位损伤的机会。将末端执行器移动限制到特定轴或方向也可利用减少医疗专业人员将末端执行器516调节到受控位置或取向所需的注意。

[0087] 在轨道模式的另一个实施例中,处理器202可在操作650使用备选的一组操作来确定末端执行器速度。在该替换示例中,任务坐标空间可是球面坐标空间,并且球面坐标可相对于外科手术关注点。处理器202可弃置关于施加在末端执行器上的关注轴方向的扭矩。例如,当确定末端执行器速度时,处理器202可将关于关注轴的施加扭矩设置为零。

[0088] 在操作650,处理器202还可确定入射在施加在末端执行器上的轨道平面上的力量的子集,以维持径向距。在该示例中,力量的子集可确定作为球面坐标空间的坐标空间。因此,处理器202可确定入射在轨道平面上的力量,以维持末端执行器516与外科手术关

注点510之间的径向距。处理器202可基于忽略未入射在轨道平面上的力量来确定末端执行器速度,以维持径向距。

[0089] 与图5A、5B、5C、和5D相关描述示出图3的定位臂300的外科手术模式的若干示例。可基于图3的定位臂300的外科手术模式来约束任务坐标空间内的末端执行器移动。此外,根据本文所述的方法,可基于确定末端执行器速度来确定末端执行器移动。因此,响应于末端执行器的操纵(例如,由医疗专业人员或定位臂的用户),末端执行器可确定任务坐标空间中的更新的移动方向。通过确定末端执行器速度并基于末端执行器速度在方向上产生移动,末端执行器可基于(1)检测到的末端执行器的操纵而移动;以及(2)基于外科手术模式的移动约束。当处理器202停止检测末端执行器的操纵时确定末端执行器的更新位置。

[0090] 为了在任务坐标空间中移动末端执行器,处理器202可在操作450(图4)基于末端执行器速度在多个关节中应用至少一个关节空间移动。如上所述,末端执行器速度可基于以下因素引起末端执行器移动:(1)限定移动约束的外科手术模式(例如,参考图描述的外科手术模式);与或(2)在考虑到移动约束之后的力量或扭矩。

[0091] 在一些实施例中,处理器202可使用臂部逆运动学原理来确定多个关节中的关节空间移动。逆运动学原理可利用基于确定末端执行器速度生成新的关节位置,其中确定末端执行器速度基于任务坐标空间中的期望末端执行器移动。例如,臂部逆运动学原理可与移动链相关联。移动链可代表由多个关节中的相应关节连接的多个臂部级段。因此,图3的定位臂300可例如通过移动链建模,令至末端执行器316(图3)在任务坐标空间中的位置和取向可与相应的关节位置相关联。关节多项中的每个关节。

[0092] 当处理器202基于外科手术模式和施加在末端执行器316上的检测到的力量或扭矩确定末端执行器速度时,处理器202可确定多个关节的必要关节空间移动。利用使末端执行器316移动到更新的末端执行器位置。因为处理器202可从关节编码器确定多个关节的关节位置,所以处理器202可通过将关节空间参数发送到每个致动器与多项关节编码器来将关节空间移动应利用多个关节。

[0093] 本申请书实施例可利用臂部逆运动学原理来确定多个关节的至少一个关节空间移动。然而,本申请书不必限于利用臂部逆运动学原理来确定利用调节本文所述的定位臂的关节空间移动。利用确定定位臂的关节空间移动的其他方法可利用定位连接到外科手术导航系统的定位臂的末端执行器。

[0094] 现在参考图7A、7B、7C、和7D示出处于平移模式时定位臂700的配置。在图7A中,定位臂700可在初始位置开始,例如在任务坐标空间中的第一末端执行器位置716A。例如,在图如图7A、7B、7C、和7D所示,任务坐标空间可是三维笛卡尔坐标空间。

[0095] 定位臂700的处理器可实现图4的示例性方法400,利用将末端执行器朝向更新的末端执行器位置移动。当外科手术模式是平移模式时,处理器可基于在末端执行器上检测到的力量来确定末端执行器速度,同时弃置施加在末端执行器上的扭矩。处理器可基于末端执行器速度在多个关节中应用至少一个关节空间移动。

[0096] 例如,在图7B中,处理器可在多个关节中应用至少一个关节空间移动,以将末端执行器移动平移到第二末端执行器位置716B。如图7B所示,朝向第二末端执行器位置716B的移动可是末端执行器在z轴方向上移动的结果(相对于图7A的第一末端执行器位置716A)。

[0097] 在图7C中,处理器可在多个关节中施加至少一个关节空间移动,以将末端执行器

移动平移到第三末端执行器位置716C。如图7C所示,朝向第三末端执行器位置716C的移动可是末端执行器在x方向上移动的结果(相对于图7A的第一末端执行器位置716A)。

[0098] 在图7D中,处理器可在多个关节中应用至少一个关节空间移动,以将末端执行器移动平移到第四末端执行器位置716D。如图716D所示,朝向第四末端执行器位置716D的移动可是末端执行器在y轴方向上移动的结果(相对于图7A的第一末端执行器位置716A)。

[0099] 虽然图中的末端执行器移动图7B、7C、和7D相对于图7A示出为一个轴上的移动,平移模式中的末端执行器移动可包括可包括任务坐标空间的两个或更多个轴中的同时移动的移动。在一些示例中,多个关节中的至少一个关节空间移动可基于反向臂部移动学,利用将末端执行器定位在各种更新的末端执行器位置中。

[0100] 现参考图8A和8B,其示出处于脱离模式时定位臂800的结构。在图8A中,定位臂800可在初始位置开始,例如任务坐标空间中的第一末端执行器位置816A。

[0101] 定位臂800的处理器可实现图4的示例性方法400,利用将末端执行器朝向更新的末端执行器位置移动。如图8A和8B所示,当外科手术模式是脱离模式时,处理器可确定利用末端执行器的支座轴804。此外,处理器可基于沿着支座轴804施加在末端执行器上的力量来确定末端执行器速度,同时弃置不沿着支座轴作用的其他力量并且弃置施加在末端执行器上的扭矩。处理器可基于末端执行器速度在多个关节中应用至少一个关节空间移动。

[0102] 例如,在图8B中,处理器可在多个关节中应用至少一个关节空间移动,以将末端执行器朝向第二末端执行器位置816B移动。如图8B所示,第二末端执行器位置816B可是沿着支座轴804的向下方向上的末端执行器移动的结果(相对于图8A的第一末端执行器位置816A)。在一些示例中,多个关节中的至少一个关节空间移动可基于反向臂部移动学,利用将末端执行器沿着支座轴804定位在更新的末端执行器位置中。

[0103] 现在参考图9A、9B、和9C示出处于轨道模式时定位臂900的配置。在图9A中,定位臂900可在初始位置开始,例如在任务坐标空间中的第一末端执行器位置916A。

[0104] 定位臂900的处理器可实现图4的示例性方法400,利用将末端执行器定位在更新的末端执行器位置。如图9A、9B、和9C所示,当外科手术模式处于眼眶模式时,处理器可基于径向距908确定以外科手术关注点为中心的假想球形体积906。在图9A、9B、和9C中,示出基于径向距908以外科手术关注点为中心的半球;然而,在一些实施例,定位臂900可使末端执行器朝向更新的末端执行器位置移动,该末端执行器位置可位于沿着完整假想球形体积的曲面的任何位置。

[0105] 定位臂900的处理器可确定轨道平面(图中未明确示出)如图9A、9B、9C所示,其与球形体积相切并且与支座轴方向垂直。处理器可进一步基于入射在轨道平面上的力量或扭矩的子集来确定末端执行器速度,以维持径向距908,同时弃置施加在末端执行器上的其他力量或扭矩。

[0106] 例如,在图9B中,处理器可在定位臂900的多个关节中施加至少一个关节空间移动,以使末端执行器朝向第二末端执行器位置916B移动。如图9B所示,第二末端执行器位置916B可是沿着假想球形体积906的曲面移动的末端执行器的结果。

[0107] 在图9C中,处理器可在定位臂900的多个关节中应用另外的关节空间移动,以使末端执行器朝向第三末端执行器位置916C移动。如图9C所示,第三末端执行器位置916C可是沿着假想球形体积906的曲面进一步的末端执行器移动的结果。

[0108] 现在参考图10A和10B,其示出处于滚动模式时定位臂1000的构造。在图10A中,定位臂1000可将末端执行器定位在任务坐标空间中的第一末端执行器位置1016A处。

[0109] 定位臂1000的处理器可实现图4的示例性方法400,利用将末端执行器定位在更新的末端执行器位置。如图所示如图10A和10B所示,处理器可确定利用末端执行器的滚动轴1002。如图所示如图10A和10B所示,滚动轴1002可是邻接外科手术点关节和末端执行器的末端的轴。例如,滚动轴1002可是穿过末端执行器的纵向中心的轴,并且可与外科手术关注点相交。此外,处理器可根据施加在末端执行器上的确定力量或扭矩来确定围绕侧倾轴的侧倾扭矩。处理器可基于施加在末端执行器上的侧倾扭矩来确定末端执行器速度,同时弃置施加在末端执行器上的确定力量或扭矩的其他力量或扭矩。处理器可基于末端执行器速度在多个关节中应用至少一个关节空间移动。

[0110] 例如,处理器可应用至少一个关节空间移动以将末端执行器朝向第二末端执行器位置1016B移动。如图10B所示,第二末端执行器位置1016B可是末端执行器旋转的结果。在图10B中,末端执行器手柄已朝向第二末端执行器位置1016B旋转。例如,末端执行器手柄已经通过定位臂的第二臂部端处的旋转接头旋转,而其他关节位置可能没有改变(例如,比较图10A至图10B)。在一些示例中,利用使末端执行器从第一末端执行器位置1016A朝向第二末端执行器位置1016B旋转的关节空间移动可基于反向臂部移动学,利用将末端执行器定位在围绕滚动轴1002的更新的末端执行器位置中。

[0111] 如本文的各种附图中所描述和示出的,基于定位臂的外科手术模式,可应用移动约束来确定末端执行器速度。末端执行器速度可利用在任务坐标空间中确定更新的末端执行器位置。在定位臂的多个关节中的至少一个关节空间移动可基于反向臂部移动学,利用将末端执行器定位在任务坐标空间内的更新的末端执行器位置中。

[0112] 现在参考图11A、11B、和11C示出根据本申请书实施例定位臂1100主体到存储器模式的配置。在图11A中,定位臂1100可将末端执行器定位在任务坐标空间中的第一末端执行器位置1116A处。末端执行器在任务坐标空间中的第一末端执行器位置1116A处的位置可由定位臂1100存储在存储器中。如将描述的,当外科手术模式是记忆模式时,可调用第一末端执行器位置1116A。

[0113] 在图11B中,定位臂1100可将末端执行器朝向任务坐标空间中的第二末端执行器位置1116B移动。与图11A中所示的第一末端执行器位置1116A相比,第二末端执行器位置1116B可定位成在任务坐标空间中处于不同的位置和方向。此外,第二末端执行器位置1116B中的末端执行器可与外科手术关注点的距离与第一末端执行器位置1116A的距离不同。在一些示例中,图11B中的外科手术关注点可与图11A中的不同。

[0114] 当外科手术模式是记忆模式时,处理器可确定末端执行器速度以使末端执行器朝向存储在存储器中的末端执行器位置移动,例如第一末端执行器位置1116A。因此,当外科手术模式是记忆模式时,处理器可基于末端执行器速度在多个关节中应用至少一个关节空间移动,以将末端执行器返回到第一末端执行器位置1116A,如图所示。11C。也就是说,图11A中的定位臂1100的结构和末端执行器的位置和方向与图11C中的相同。因此,利用记忆模式,定位臂1100可保存多个关节中的每个关节的关节位置,令至可在稍后的时间检索任务坐标空间中的末端执行器的位置。当处于记忆模式时,处理器可确定末端执行器速度以使定位臂1100返回到保存的关节位置,令至末端执行器可返回到第一末端执行器位置

1116A。

[0115] 以上所描述的实施例进行某些改编和修改。因此,以上讨论的实施例被认为是说明性的而非限制性的。

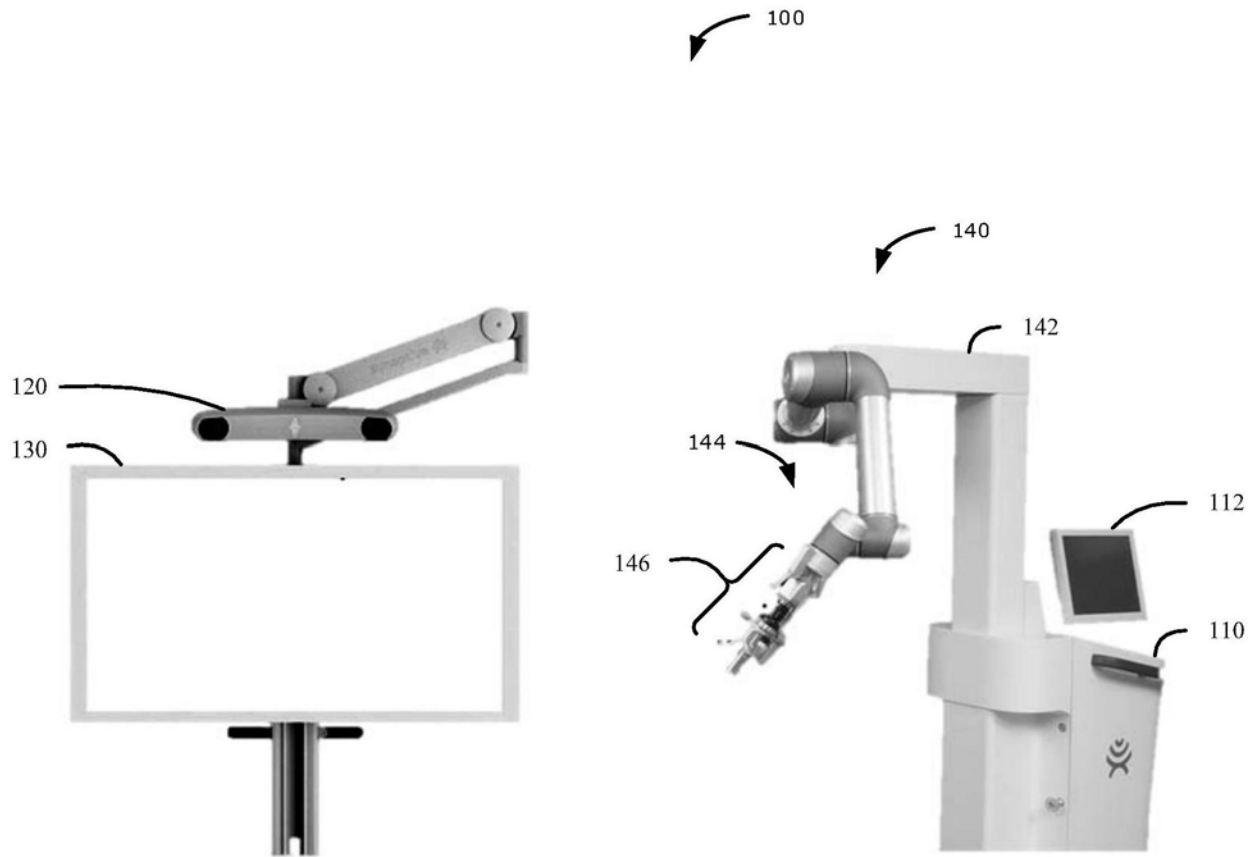


图1

200

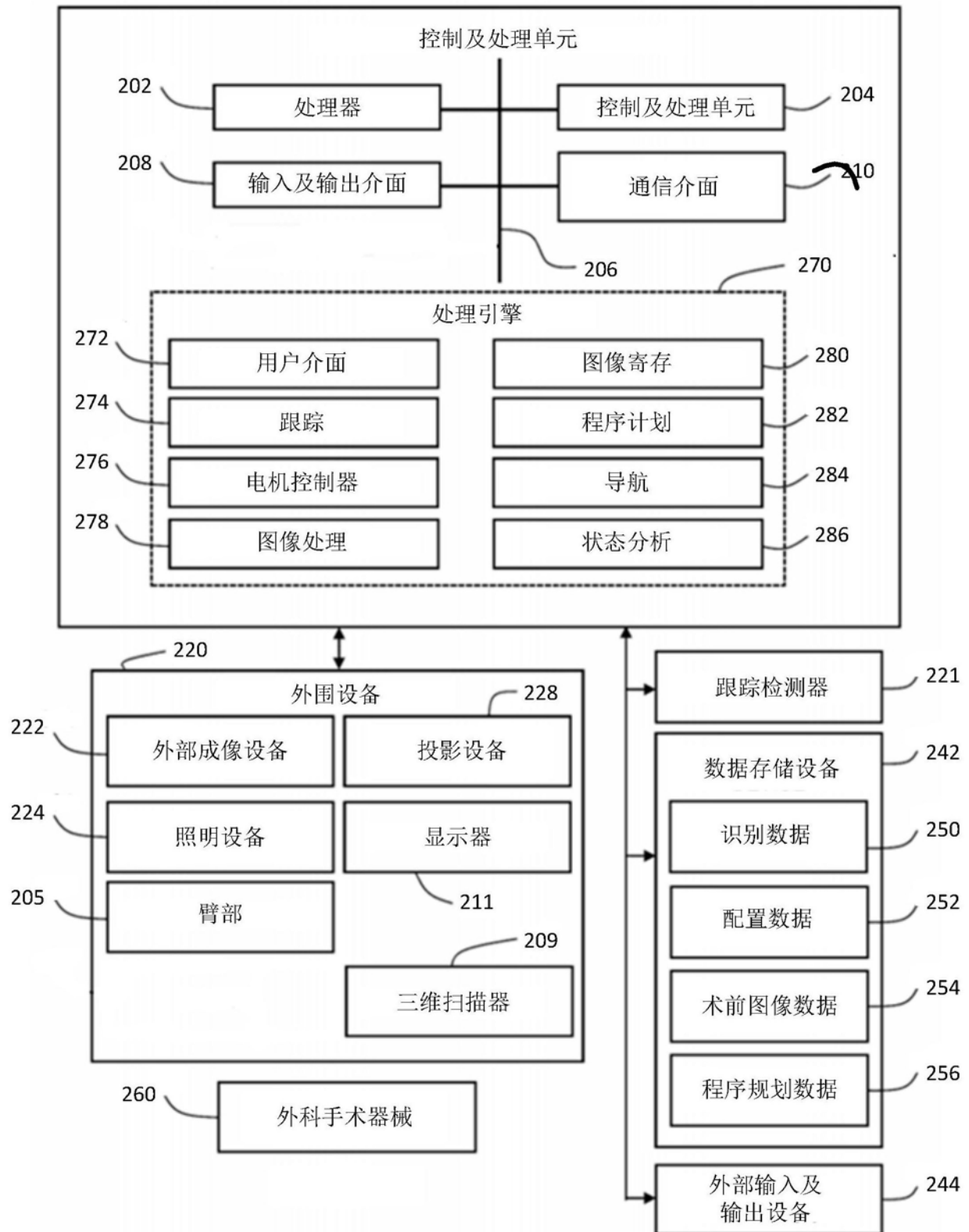


图2

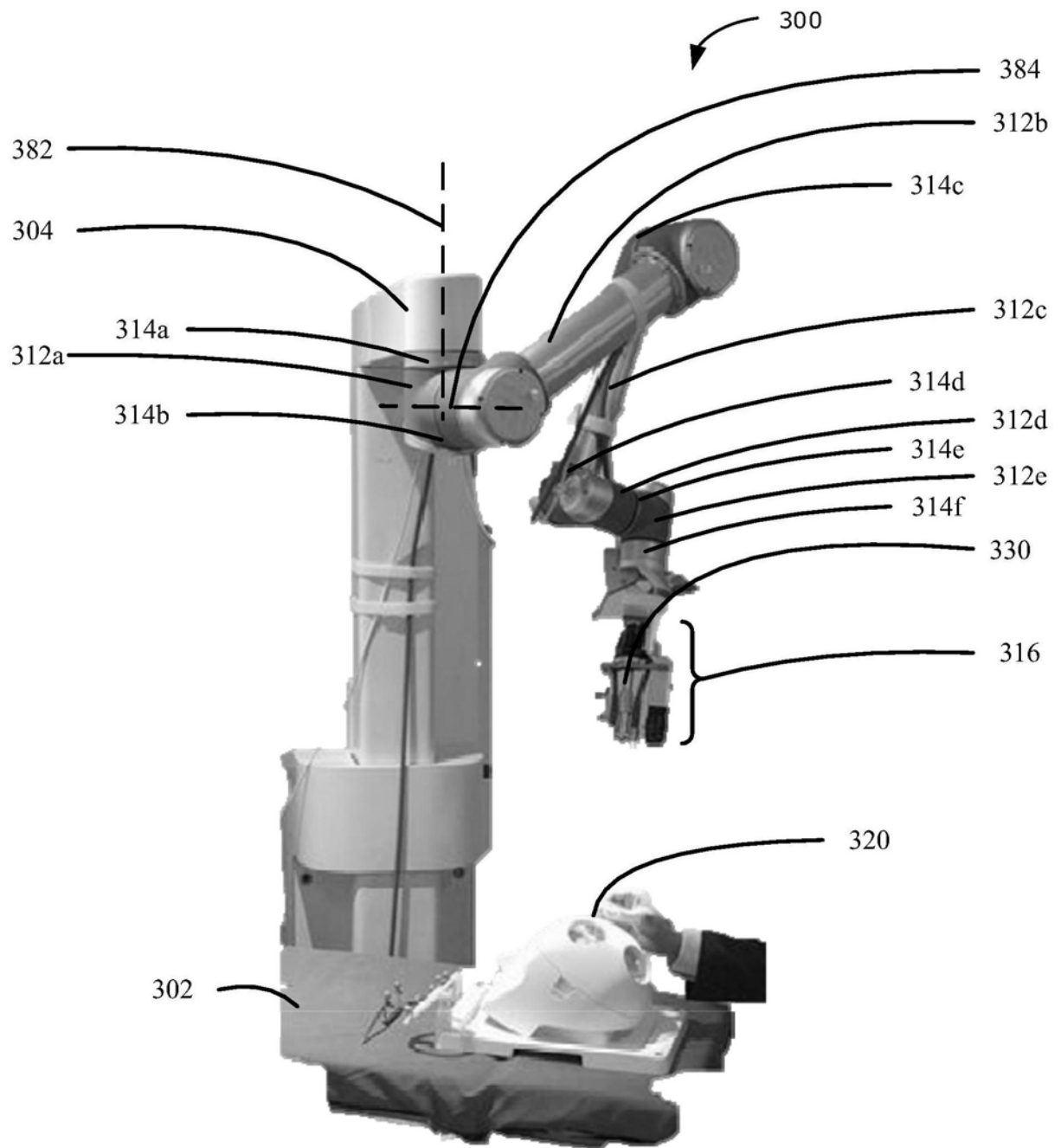


图3

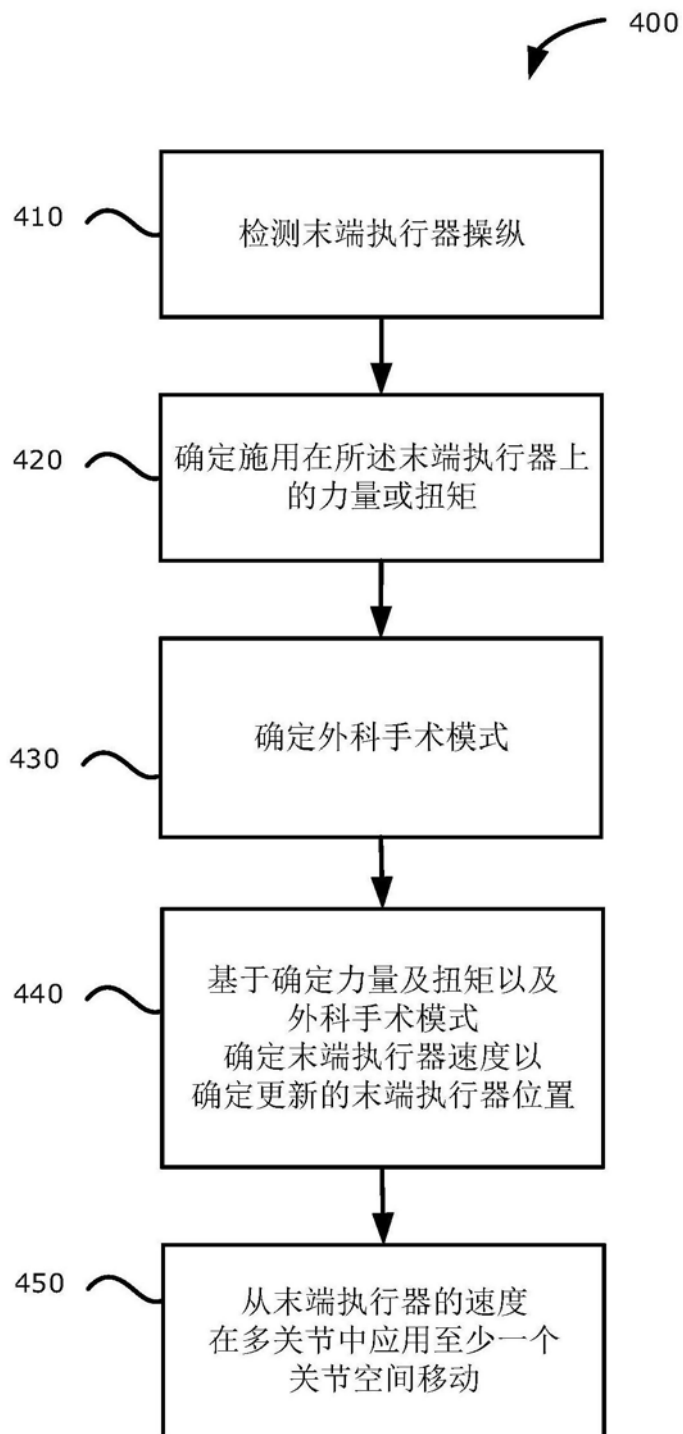


图4

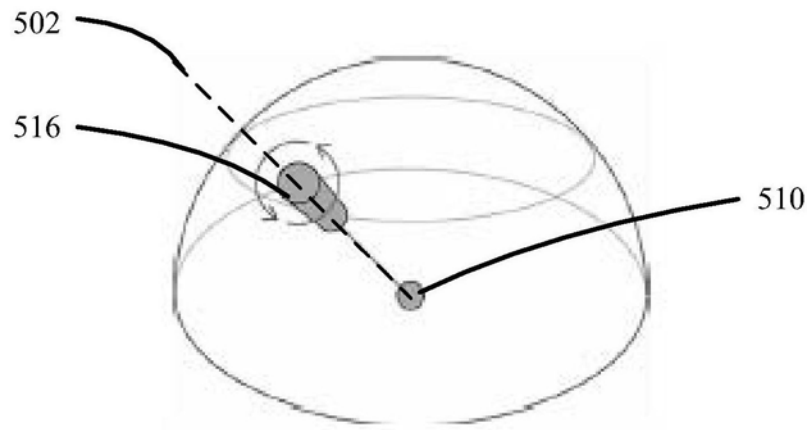


图5A

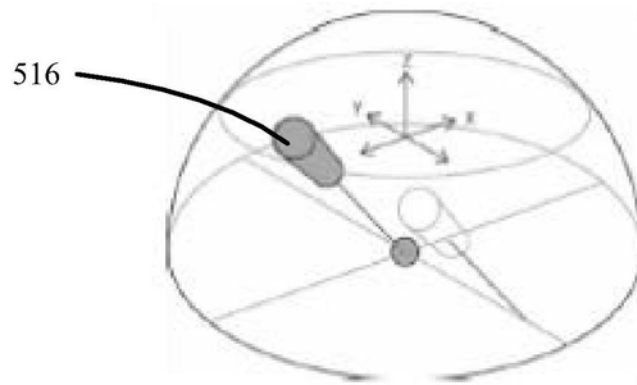


图5B

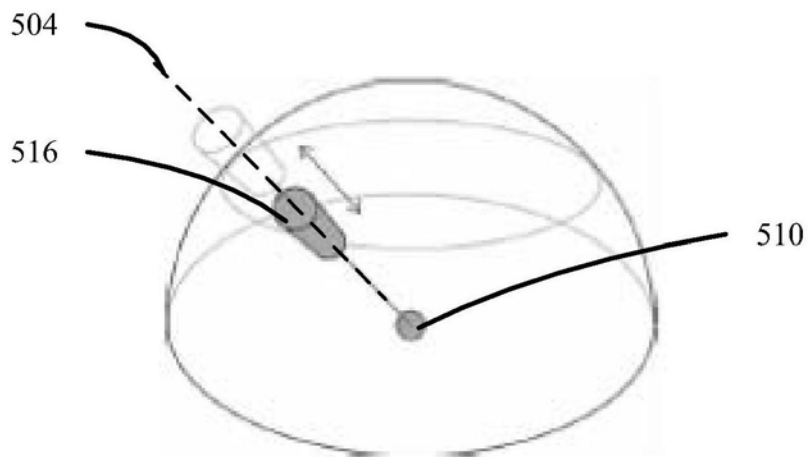


图5C

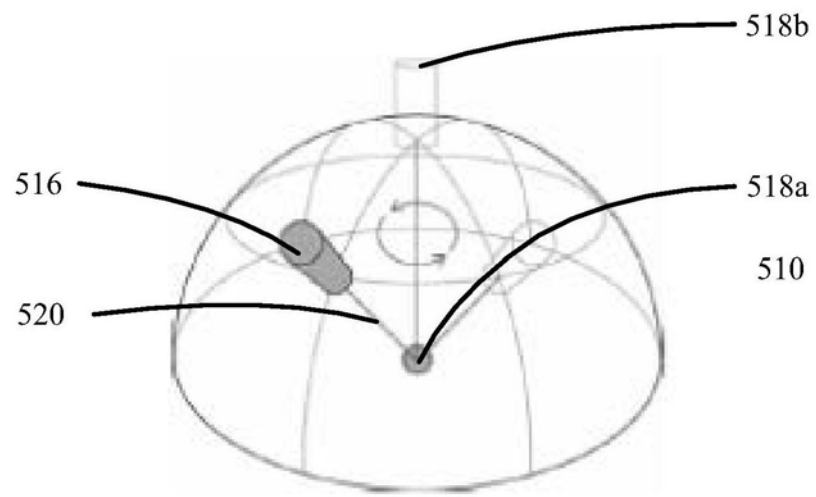


图5D

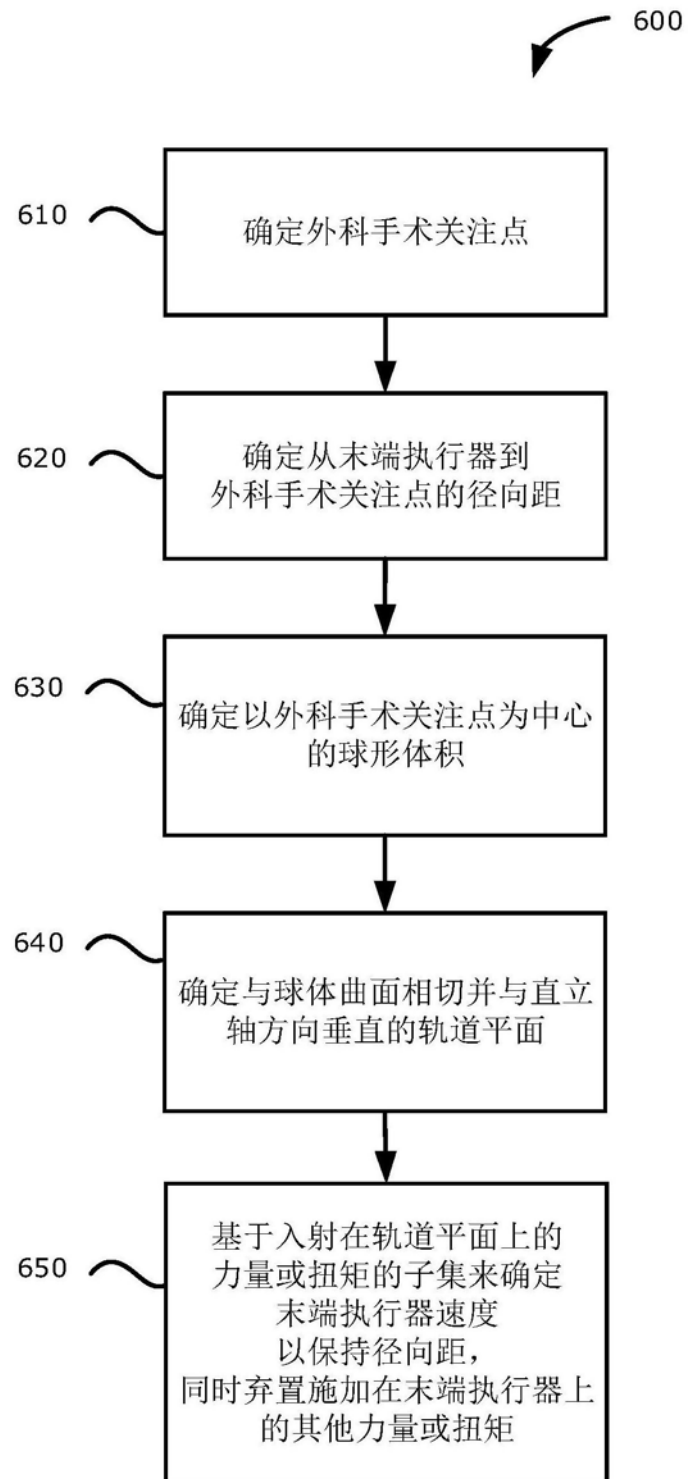


图6

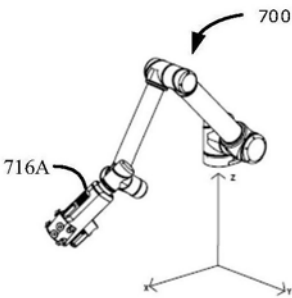


图7A

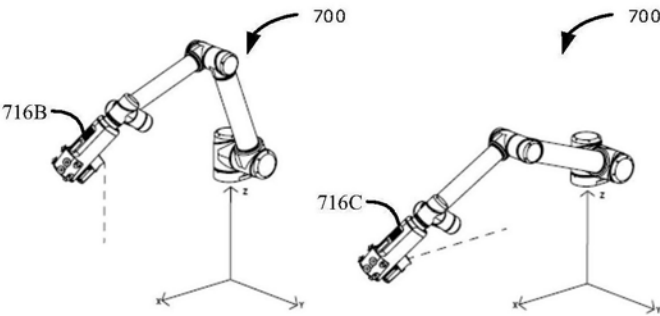


图7B

图7C

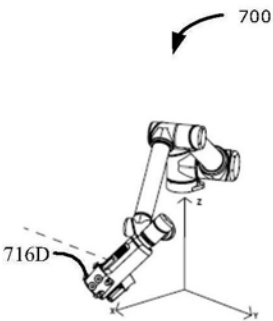


图7D

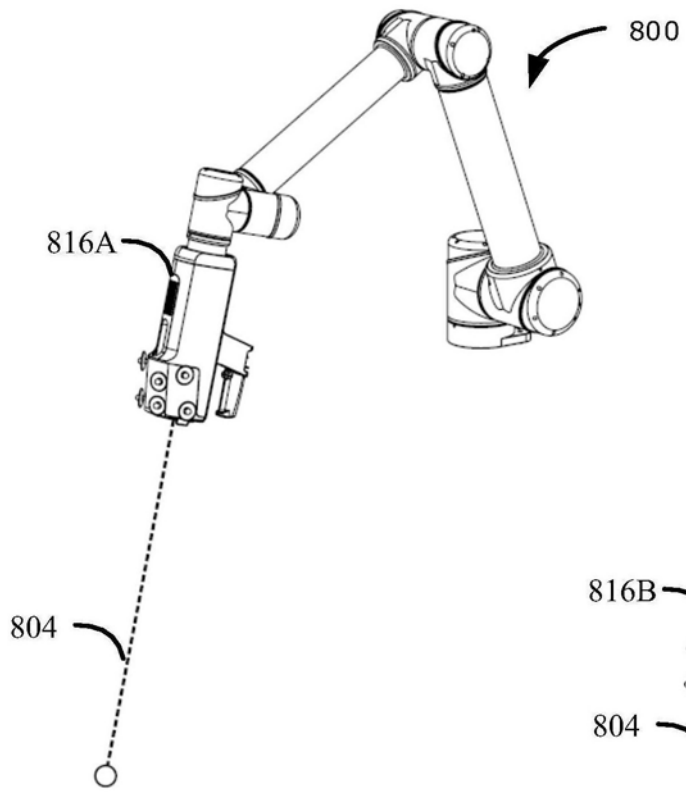


图8A

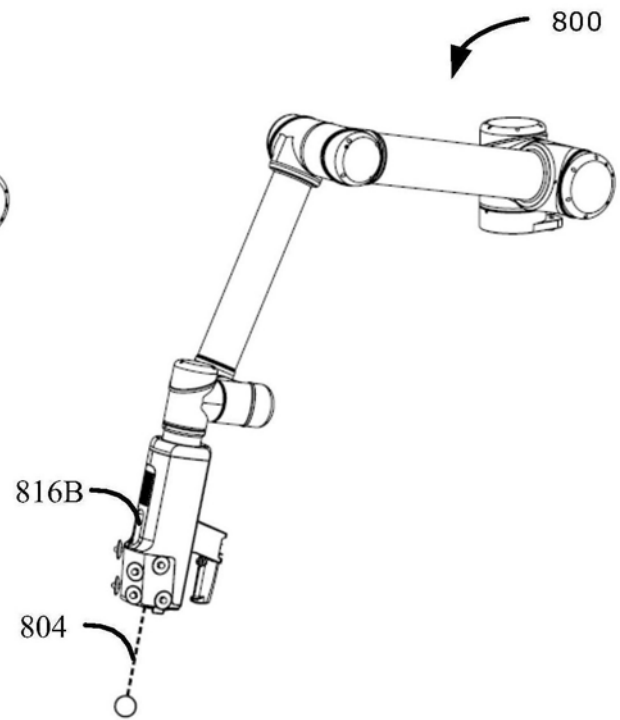


图8B

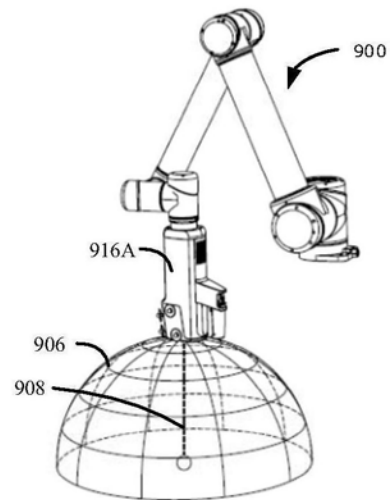


图9A

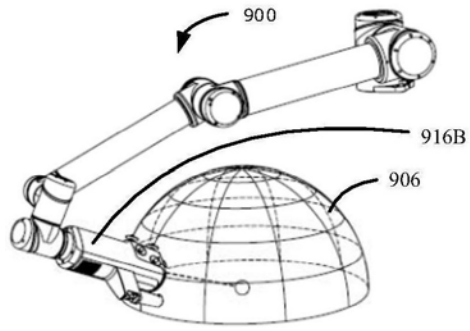


图9B

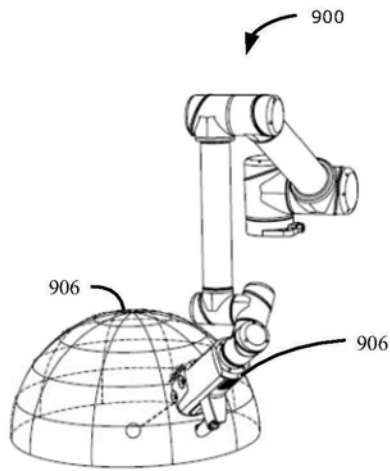


图9C

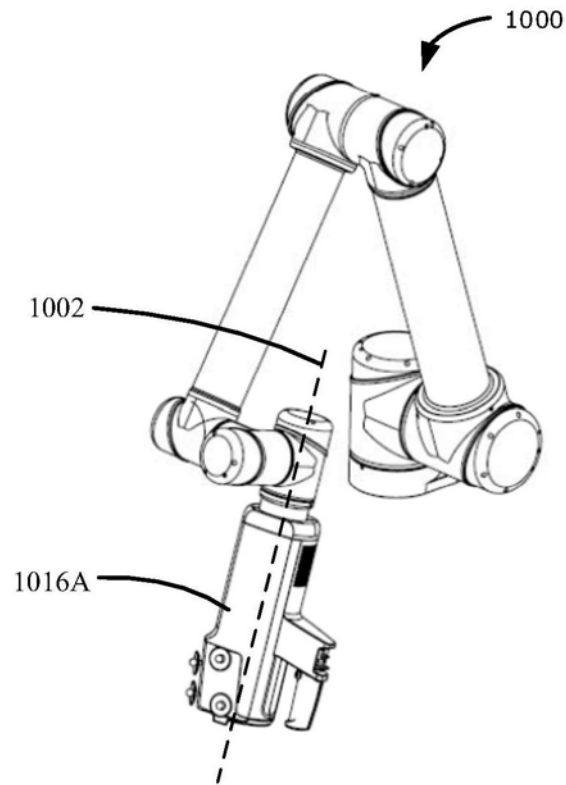


图10A

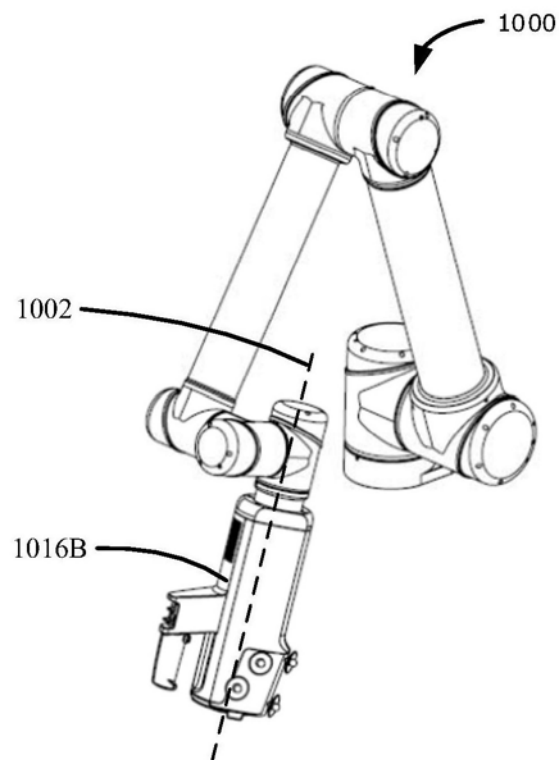


图10B

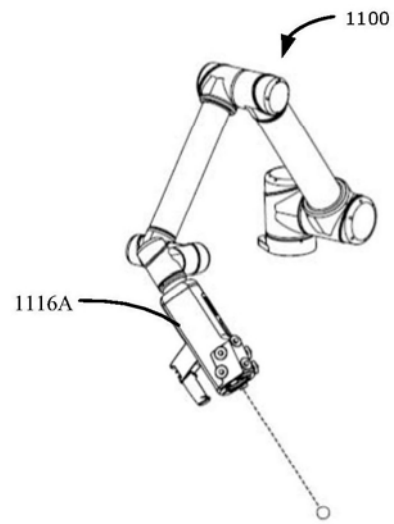


图11A

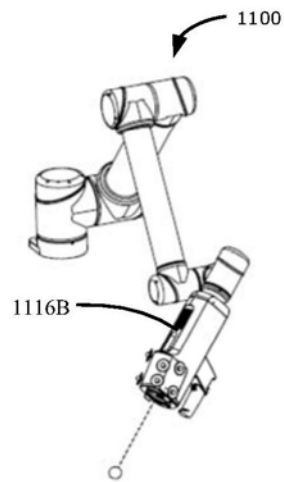


图11B

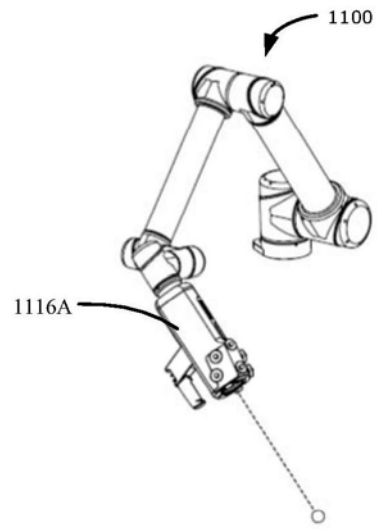


图11C

专利名称(译)	用于外科手术导航系统的定位臂		
公开(公告)号	CN109419555A	公开(公告)日	2019-03-05
申请号	CN201810981295.3	申请日	2018-08-27
[标]申请(专利权)人(译)	聖納普醫療巴巴多斯公司		
申请(专利权)人(译)	圣纳普医疗(巴巴多斯)公司		
当前申请(专利权)人(译)	圣纳普医疗(巴巴多斯)公司		
[标]发明人	菲利普亚当 布伦特安德鲁贝利		
发明人	韦尔齐莱恩伯格·巴特 菲利普·亚当 布伦特·安德鲁·贝利 特雷弗·詹姆斯·德尔 道林·肖恩 卢卡斯·罗伯特		
IPC分类号	A61B34/20 A61B34/30		
CPC分类号	A61B34/20 A61B34/30 A61B34/70 A61B2034/2057 A61B2034/301 A61B17/32 A61B34/10 A61B34/25 A61B90/361 A61B2034/2055 A61B2090/064 A61B2090/065 A61B2090/066 A61B2090/3735 A61B2090/374 A61B2090/3762 B25J9/1633 B25J13/085 B25J13/088 B25J18/007 A61B17/29 A61B18/1442 A61B2017/2912 B25J9/02 F16M11/06		
代理人(译)	魏振华		
优先权	2977489 2017-08-28 CA		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

利用医疗程序的移动辅助定位臂。定位臂包括底部，连接到底部的臂部，以及连接到臂部的末端执行器。该臂部包括多个臂部级段。该臂部包括多个利用连接臂部级段的接头。基于多个关节中的至少一个关节的移动，末端执行器可在任务坐标空间中以六个自由度操纵。定位臂包括处理器，其用于：检测施加在末端执行器上的力量或扭矩的操纵和确定；确定利用约束末端执行器在任务坐标空间中的移动的外科手术模式；基于确定力量或扭矩以及利用移动末端执行器的外科手术模式确定末端执行器速度；以及基于末端执行器速度应用至少一个关节空间移动。

