



(43)申请公布日 2020.05.12

权利要求书2页 说明书17页 附图12页

Figure 1 is a block diagram illustrating the system architecture of a multi-machine control system. The system is divided into three main functional blocks: a User Control Station 150, a Slave Machine 120, and a Central Computer 800.

- User Control Station 150:** This block contains a Control Console 810, a Base Station 814, a UI Display 815, a Modem 812, and a Terminal 816. The Control Console 810 is connected to the Base Station 814, the UI Display 815, and the Modem 812. The Base Station 814 is connected to the UI Display 815 and the Modem 812. The Modem 812 is connected to the Terminal 816.
- Slave Machine 120:** This block contains a Control Console 820, a Base Station 824, a Tool 823, and a Control Interface 825. The Control Console 820 is connected to the Base Station 824, the Tool 823, and the Control Interface 825. The Base Station 824 is connected to the Tool 823 and the Control Interface 825.
- Central Computer 800:** This block contains a Network Interface 808, a Central Computer 807, a Light Pipe 832, a CO-rod 835, a CPU 834, and a Base Station 833. The Network Interface 808 is connected to the Central Computer 807 and the Base Station 833. The Central Computer 807 is connected to the Light Pipe 832. The Light Pipe 832 is connected to the CPU 834 and the CO-rod 835.

The system architecture is characterized by the following connections:

- The Network Interface 808 of the Central Computer 800 is connected to the Network Interface 819 of the User Control Station 150 and the Network Interface 829 of the Slave Machine 120.
- The Central Computer 807 is connected to the Network Interface 808 and the Light Pipe 832.
- The Light Pipe 832 is connected to the CPU 834 and the CO-rod 835.

1. 一种手术机器人系统,包括:
手术台,具有安装在基架上的手术台面;
多个机械臂,耦接到所述手术台的基架;
多个机器人手术器械,每个机器人手术器械耦接到所述多个机械臂中的一个的远端;
用户控制台,具有一个或多个用户接口设备;以及
控制塔,具有通信地耦接到所述一个或多个用户接口设备和所述多个机器人手术器械的控制计算机,其中所述控制计算机被配置为:
当用户操纵所述用户控制台处的一个或多个用户接口设备时,接收来自所述一个或多个用户接口设备的用户输入;以及
生成对于所述多个机器人手术器械的控制命令以遵循所述用户输入。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述手术台面包括沿着所述手术台面的纵轴的头部件、躯干部件和腿部件。
3. 根据权利要求2所述的系统,其中,所述多个机械臂包括四个机械臂,其中所述机械臂中的两个机械臂被配置为在所述手术台面的头部件下方收起,并且其中所述机械臂中的另两个机械臂被配置为在所述手术台面的腿部件下方收起。
4. 根据权利要求2所述的系统,其中,所述多个机械臂包括四个机械臂,其中,所述多个机械臂中的两个机械臂在所述手术台面的纵轴的每一侧耦接到所述基架。
5. 根据权利要求4所述的系统,其中,耦接到所述手术台面一侧的两个臂中的每一个臂被配置为向外枢轴转动并在同一侧相对于所述手术台面向上延伸以用于第一手术过程。
6. 根据权利要求4所述的系统,其中,位于手术台面一侧的两个臂中的一个臂被配置为在所述手术台面下方跨所述纵轴枢轴转动并延伸到所述手术台面的另一侧以用于第二手术过程。
7. 根据权利要求4所述的系统,其中,所述手术台面被配置为绕所述纵轴平移和旋转,并且其中所述四个机械臂被配置为在所述手术台面的平移和旋转期间维持相对于所述手术台面的姿态。
8. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个用户接口设备是不靠地的手持用户输入设备。
9. 根据权利要求8所述的系统,其中,所述用户控制台还包括用于跟踪所述一个或多个用户接口设备的位置和朝向的跟踪系统。
10. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述用户控制台包括人体工程学座椅和具有多个用户控制台配置的开放式显示器。
11. 根据权利要求10所述的系统,其中,所述多个用户控制台配置包括就座配置、斜倚配置和升高配置。
12. 根据权利要求10所述的系统,其中,所述开放式显示器被配置为向用户显示手术部位的至少一个内窥镜图像。
13. 根据权利要求12所述的系统,其中,所述一个或多个用户接口设备还被配置为接收指示对与所述机器人手术系统相关的至少一个软件应用的选择的用户输入,并且其中所述开放式显示器还被配置为呈现来自至少一个选择的软件应用的内容。
14. 根据权利要求10所述的系统,其中,所述用户控制台还包括沉浸式显示器。

15. 根据权利要求10所述的系统, 其中, 所述控制塔还包括通信地耦接到所述开放式显示器的可视化计算机和安装在所述四个机械臂中的一个臂上的内窥镜。

手术机器人系统

技术领域

[0001] 主题技术一般涉及机器人和手术系统,并且更具体地涉及用于微创手术的手术机器人系统的系统架构和组件。

背景技术

[0002] 诸如腹腔镜手术的微创手术(MIS)涉及意图减少手术过程期间组织损伤的技术。例如,腹腔镜手术过程典型地涉及在患者体内(例如,在腹部内)产生多个小切口,并通过切口将一个或多个手术工具(例如,末端执行器和内窥镜)引入患者体内。然后可以使用引入的手术工具在内窥镜提供的可视化辅助下执行手术过程。

[0003] 一般来说,MIS提供了多种益处,诸如减少的患者疤痕、更少的患者疼痛、更短的患者康复周期、以及较低的与患者康复相关联的医疗费用。最近的技术发展允许利用机器人系统执行更多的MIS,该机器人系统包括用于基于来自远端操作者的命令操纵手术工具的一个或多个机械臂(robotic arm)。机械臂可以例如在其远端支撑各种设备,诸如手术用末端执行器、成像设备、用于提供对患者体腔和器官的访问的插管等。在机器人MIS系统中,可以期望为由机械臂所支撑的手术器械建立并保持高位置精度。

[0004] 现有的机器人辅助手术系统通常由与患者位于同一手术室的外科医生控制台和具有从控制台控制的四个交互式机械臂的患者侧推车组成。该臂中的三个臂持握诸如手术刀、剪刀或夹持器(grasper)等器械,而第四臂支撑内窥镜相机。为了在手术过程期间重新定位患者,手术人员可能需要撤出(undock)器械/臂,重新定位臂/患者推车,并重新对接器械/臂。可能期望具有允许在一般的或其它腹腔镜手术期间重新定位患者而不移开臂的手术机器人系统。

发明内容

[0005] 本文公开了一种机器人辅助手术系统,其是软件控制的机电系统,被设计用于外科医生执行微创手术。该手术机器人系统可以由三个主要子系统组成:外科医生子系统——用户控制台(外科医生控制台或外科医生桥)、中央控制子系统——控制塔、以及患者子系统——手术台(table)和机械臂。坐在用户控制台的外科医生座椅上的外科医生可以使用主用户输入设备(UID)和脚踏板来控制兼容器械的运动。外科医生可以在高分辨率的开放式立体显示器上观察三维(3D)内窥镜图像,其为外科医生提供了患者解剖结构和器械的视图以及图标、应用和其它用户界面特征。用户控制台还可以提供用于使用潜望镜的沉浸式显示的选项,该潜望镜可以从外科医生座椅的后部拉出。

[0006] 控制塔可以担当手术机器人系统的控制和通信中心。它可以是容纳触摸屏显示器的移动护理点推车,并且包括控制外科医生对器械、安全系统、图形用户界面(GUI)、高级光引擎(也称为光源)、以及视频和图形处理器以及其它支持电子和处理设备的机器人辅助操纵的计算机。控制塔还可以容纳第三方设备,如电外科发电单元(ESU)以及吹入器(insufflator)和CO₂罐。

[0007] 患者子系统可以是具有定位在目标患者解剖结构上的多达四个集成机械臂的铰接的 (articulated) 手术台。手术系统的机械臂可以引入远端中心设计, 即, 每个臂围绕插管穿过患者体壁的空间中的固定点转动。这减少了插管的横向运动, 并使患者体壁上的应力最小化。一套兼容的工具可以与安装在每个臂远端的器械驱动器附接/分离, 使得外科医生能够执行各种手术任务。器械驱动器可以提供对手术部位的体内访问、通过无菌接口的兼容工具的机械致动、以及通过无菌接口和用户触点的与兼容工具的通信。内窥镜可以附接到任意臂, 并为外科医生提供患者解剖结构的高分辨率三维视图。内窥镜也可以在手术开始时手持使用, 然后被安装在四个臂中的任意一个上。利用手术机器人系统进行手术可能需要附加的配件, 诸如套管 (也称为管套、密封筒和闭塞器) 和消毒帷帘。

附图说明

[0008] 图1是示出根据主题技术的方面的具有手术机器人系统的示例手术室环境的图。

[0009] 图2A是示出机械臂、工具驱动和装载有机器人手术工具的插管的一个示例性设计的示意图; 以及图2B和2C是示出根据主题技术的方面的分别具有和不具有相邻的加载工具的示例性工具驱动的示意图。

[0010] 图3A是手术台、台适配器和耦接到台适配器并处于收起 (stowed) 位置的两个机械臂的侧视图; 以及图3B是根据主题技术的方面的手术台、适配器、以及显示为处于操作位置的其中三个臂位于手术台的一侧的臂的侧视图。

[0011] 图4A是示出示例性用户控制台的后透视图的示意图; 以及图4B是根据主题技术的方面的示例性用户控制台的可调节设置或参数的示意图。

[0012] 图5A是鸡蛋形的有线手持用户接口设备的变型的例示性示意图; 图5B是具有模块化和可互换适配器的无线手持用户接口设备的变型的例示性示意图; 图5C是圆柱形的有线手持用户接口设备的变型的例示性示意图; 以及图5D是根据主题技术的方面的具有抓握联动机构 (linkage) 的手持用户接口设备的变型的例示性示意图。

[0013] 图6A是示出具有工具通知的GUI的示例性变型的屏幕截图; 以及图6B是示出根据主题技术的方面的具有侧边栏面板的GUI的另一示例性变型的屏幕截图。

[0014] 图7是示出根据主题技术的方面的手术机器人系统的示例性控制塔的示意图。

[0015] 图8是示出根据主题技术的方面的手术机器人系统的示例性硬件组件的框图。

具体实施方式

[0016] 本文描述了并在附图中示出了主题技术的各个方面和变化的示例。以下描述并不意图将本发明限制于这些实施例, 而是使本领域技术人员能够做出和使用本发明。

[0017] 系统概述

[0018] 本文公开的机器人辅助手术系统是一种软件控制的机电系统, 被设计用于外科医生执行微创手术。该手术机器人系统可以与内窥镜、兼容内窥镜器械以及配件一起使用。该系统可由训练有素的医生在手术室环境中使用, 以在机器人辅助泌尿外科、妇科和其它腹腔镜手术过程期间辅助准确控制兼容内窥镜器械。该系统还允许手术工作人员在泌尿外科、妇科和其它腹腔镜手术过程期间通过调节手术台而无需撤出机械臂来重新定位患者。与手术系统一起使用的兼容内窥镜器械和配件意图用于对组织的内窥镜操纵, 包括抓握、

切割、钝器和锐器解剖、接近、结扎、电烙和缝合。

[0019] 图1是示出根据主题技术的方面的具有手术机器人系统100的示例手术室环境的图。如图1所示,手术机器人系统100包括用户控制台110、控制塔130和具有安装在手术平台124(例如,手术台或床等)上的一个或多个手术机械臂122的手术机器人120,其中具有末端执行器的手术工具被附接到机械臂122的远端用于执行手术过程。机械臂122被示出为手术台安装的,但是在其它配置中,机械臂可以安装在推车、天花板、侧壁或其它合适的支撑表面中。

[0020] 通常,诸如外科医生或其它操作者的用户可以坐在用户控制台110处,以远端操纵机械臂122和/或手术器械(例如,遥控操作)。如图1所示,用户控制台110可以位于与机器人系统100相同的手术室中。在其它环境中,用户控制台110可以位于相邻或附近的房间中,或者从不同建筑物、城市或国家的远端位置遥控地操作。用户控制台110可以包括座椅112、踏板114、一个或多个手持用户接口设备(UID)116以及被配置为显示例如患者体内手术部位的视图的开放式显示器118。如示例性用户控制台110所示,坐在座椅112中并观察开放式显示器118的外科医生可以操纵踏板114和/或手持用户接口设备116,以远端控制机械臂122和/或安装到机械臂122远端的手术器械。

[0021] 在一些变型中,用户还可以在“在床上”(over the bed, OTB)模式下操作手术机器人系统100,其中用户在患者旁边,并且同时操纵附接到其上的机器人驱动工具/末端执行器(例如,利用握在一只手中的手持用户接口设备116)和手动腹腔镜工具。例如,用户的左手可以操纵手持用户接口设备116以控制机器人手术组件,同时用户的右手可以操纵手动腹腔镜工具。因此,在这些变型中,用户可以对患者执行机器人辅助MIS和手动腹腔镜手术两者。

[0022] 在示例性的过程或手术期间,患者准备好并以无菌方式被遮盖以实现麻醉。可以利用处于收起配置或撤回配置的机器人系统100来手动执行对手术部位的初始接近(access),以便于对手术部位的接近。一旦接近完成,就可以执行机器人系统的初始定位和/或准备。在手术期间,处于用户控制台110的外科医生可以利用踏板114和/或用户接口设备116来操纵各种末端执行器和/或成像系统以进行手术。也可以由穿着无菌衣服的人员在手术台处提供手动辅助,该穿着无菌衣服的人员可以进行包括但不限于牵拉(retract)组织或进行手动重新定位或涉及一个或多个机械臂122的工具交换的任务。非无菌人员也可以存在以在用户控制台110处辅助外科医生。当过程或手术完成时,机器人系统100和/或用户控制台110可以被配置或设置为处于促进一个或多个术后过程的状态,包括但不限于机器人系统100清洁和/或消毒,和/或比如经由用户控制台110的医疗记录输入或打印输出,无论是电子的还是硬拷贝。

[0023] 在一些方面,手术机器人120和用户控制台110之间的通信可以通过控制塔130,该控制塔130可以将来自用户控制台110的用户输入翻译成机器人控制命令,并将该控制命令发送给手术机器人120。控制塔130还可以将来自机器人120的状态和反馈发送回用户控制台110。手术机器人120、用户控制台110和控制塔130之间的连接可以经由有线和/或无线连接,并且可以是专有的和/或使用各种数据通信协议中的任意数据通信协议来执行。任何有线连接可以可选地构建到手术室的地板和/或墙壁或天花板中。手术机器人系统100可以将视频输出提供给一个或多个显示器,包括手术室内的显示器以及可经由互联网或其它网络

访问的远端显示器。视频输出或馈送也可以被加密以确保隐私,并且视频输出的全部或部分可以被保存到服务器或电子医疗记录系统。

[0024] 在利用手术机器人系统开始手术之前,手术团队可以进行术前设置。在该术前设置期间,手术机器人系统的主要组件(手术台124和机械臂122、控制塔130和用户控制台110)定位在手术室中,连接并通电。为了储存和/或运输目的,手术台124和机械臂122可以处于臂122在手术台124下方的完全收起配置。手术团队可以将臂从它们的收起位置伸出用于无菌遮盖。遮盖之后,臂122可以部分缩回,直到需要使用。可能需要执行多个常规腹腔镜步骤,包括套管放置和吹入。例如,每个管套可以借助于闭塞器插入小切口并穿过体壁。管套和闭塞器允许光学进入用于在插入期间组织层的可视化,以最小化在放置期间受伤的风险。典型地首先放置内窥镜以提供针对其它的套管的放置的手持相机可视化。吹入后,如果需要,可以通过管套插入手动器械以手动执行任何腹腔镜步骤。

[0025] 接下来,手术团队可以将机械臂122定位在患者上方,并将每个机械臂122附接到其相对应的管套上。手术机器人系统100具有在每个工具(内窥镜和手术器械)一被附接后就唯一地识别该每个工具并在用户控制台110处的开放或沉浸式显示器118和控制塔130上的触摸屏显示器上显示工具类型和臂位置的能力。相应的工具功能被启用,并且可以使用主UID 116和脚踏板114来激活。在整个手术过程,患者侧助手可以根据要求附接和分离工具。坐在用户控制台110处的外科医生可以开始使用由两个主UID 116和脚踏板114控制的工具进行手术。该系统通过主UID 116将外科医生的手、手腕和手指运动翻译成手术工具的精确实时运动。因此,系统持续监视外科医生的每一个手术动作,并且如果系统不能精确反映外科医生的手部运动则暂停器械运动。在手术期间内窥镜从一个臂移动到另一个臂的情况下,系统可以调节主UID 116以用于器械对准并继续器械控制和运动。脚踏板114可用于激活各种系统模式,诸如内窥镜控制和各种器械功能,包括单极和双极烧灼,而不涉及从主UID 116移开外科医生的手。

[0026] 手术台124可以在手术进行中重新定位。出于安全原因,所有工具尖端应该在用户控制台110处的外科医生的视野中并且在其主动控制下。不在外科医生的主动控制下的器械必须被移除,并且手术台腿必须被锁定。在手术台移动期间,集成的机械臂122可以被动地跟随手术台运动。在手术台运动期间可以使用音频和视觉提示来引导手术团队。音频提示可以包括音调和语音提醒。用户控制台110和控制塔130处的显示器上的视觉消息可以向手术团队通知手术台运动状态。

[0027] 臂和手术台

[0028] 图2A是示出根据主题技术的方面的机械臂112、工具驱动220和装载有机器人手术工具250的插管221的一个示例性设计的示意图。如图2A所示,示例性手术机械臂112可以包括多个连杆(link)(例如,连杆201至连杆208A-208B)和用于相对于彼此致动多个连杆的多个致动的接合模块(例如,接合件(joint)211至217)。接合模块可以包括各种类型,诸如俯仰(pitch)接合或滚动接合,其可以基本上限制相邻连杆围绕某些轴相对于其它的运动。在图2A的示例性设计中还示出了附接到机械臂112的远端的工具驱动220。工具驱动220可以包括耦接到其端部的插管221以接收和引导手术器械250(例如内窥镜、缝合器(stapler)等)。手术器械(或“工具”)250包括在工具的远端处具有机械腕252和钳夹(jaw)254的末端执行器。机械臂112的多个接合件模块可被致动以定位和定向工具驱动220,该工具驱动220

致动机械腕252和钳夹254用于机器人手术。

[0029] 在一些变型中,机械臂112的多个连杆和接合件可以被分成两段。第一段(设置臂)包括提供至少五个自由度(DoF)的连杆201至205和接合件211至215。第一段的近端可以安装到夹具上,而远端耦接到第二段。第二段(球形臂)包括为臂提供至少两个DoF的连杆206至208。连杆208可以包括第一连杆208A和第二连杆208B,其可操作地与滑轮机构耦接以形成平行四边形并限制工具驱动220围绕机械远端运动中心(remote center of movement, RCM)的运动。第一段可以被称为设置臂,因为它可以相对于安装夹具在空间中定位和调节RCM,而第二段可以被称为球形臂,因为它被配置为在大致球形的工作空间内移动手术工具。

[0030] 图2B和2C是示出根据主题技术的方面的分别具有和不具有相邻的加载工具的示例性工具驱动的示意图。如图2B所示,在一个变型中,工具驱动220可以包括具有纵向轨道223的细长基座(或“台”)222和与纵向轨道223滑动接合的工具托架224。台222可被配置为耦接到机械臂的远端,使得机械臂的铰接在空间中定位和/或定向工具驱动220。此外,工具托架224可被配置为接收工具220的工具基座252,该工具基座252还可包括从工具基座252延伸并穿过插管221的工具轴254,其中机械腕252和钳夹254(如图2A所示)布置在远端。

[0031] 此外,工具托架224可以致动机械腕和末端执行器的一组铰接运动,比如通过由致动驱动器操纵和控制的电缆系统或电线(术语“电缆”和“电线”贯穿本申请可互换使用)。工具托架224可包括不同配置的致动驱动器。例如,旋转轴驱动器可以包括具有中空转子和至少部分设置在中空转子内的行星齿轮传动的马达。多个旋转轴驱动器可以以任何合适的方式布置。例如,工具托架224可以包括排列成两行、沿着基座纵向延伸的六个旋转驱动器226A至226F,其略微交错以减小托架的宽度并增加工具驱动器的紧凑性。如图2C中清楚示出的,旋转驱动器226A、226B和226C一般可以布置在第一行中,而旋转驱动器226D、226E和226F一般可以布置在从第一行略微纵向偏移的第二行中。

[0032] 图3A是根据本技术的方面的手术台300、手术台适配器328和耦接到手术台适配器并处于收起位置的两个机械臂330A-B的侧视图。如图3A所示,手术台300包括台面320、基架322(在此也称为支撑件)和基座324。基架322可以安装到基座324上,基座324可以固定到手术室的地板上,或者相对于地板可移动。手术台面320包括在纵向方向上沿y轴的头部分315、躯干部317和腿部319。手术台面320还可以包括(多个)臂部分(未示出)。手术台面320具有可放置患者的上表面。基架322可以以所期望数量的自由度提供手术台面320的移动。例如,在一个实施例中,头部分315可枢转地耦接到躯干部317的第一端,并且腿部319可枢转地耦接到躯干部317的第二端,使得头部分315和腿部319可围绕x轴旋转,该x轴相对于手术台面320在横向方向上延伸。手术台面320和/或其组成部分的移动可以手动执行或由本地或远端控制的马达来驱动。

[0033] 如图3A所示,包括手术台接口结构340的手术台适配器328(这里也称为“适配器”)耦接到手术台300的基架322。手术台接口结构340可以是耦接到基架322和/或手术台面320的单个结构,该单个结构支撑一个或多个机械臂330A-B。经由手术台适配器328,臂330A和臂330B可以相对于手术台面320的纵向方向安装在同一侧(例如,图3A所示的一侧)。适配器328还可以包括在手术台面320的相对侧上耦接到手术台300的两个接口机构340。例如,另外两个臂可以安装在手术台面320的另一侧(未示出)。当不使用时,臂330A(和未示出的在

相对侧的另一个臂)可以收起在头部315下方,而臂330B(和未示出的在相对侧的另一个臂)可以收起在腿部319下方。

[0034] 在一些变型中,适配器328可以耦接到基架322,使得适配器328可以相对于基架322上下垂直移动。另外,或者在替代配置中,手术台面320和适配器328可以在手术台面320的平面内相对于彼此移动。适配器328还可以包括多个第一连杆构件332和多个第二连杆构件334,第一连杆构件332的每个在第一接合件333枢转地耦接到手术台接口结构340,并且第二连杆构件334的每个耦接到第一连杆构件332中的一个。可以允许第二连杆构件334相对于相对应第一连杆构件332垂直平移。在一些变型中,第二连杆构件334可以包括被配置为接收机械臂330A至330B的安装基座的耦接部分。在图3A所示的示例中,耦接部分还包括可以被折叠或收缩在手术台300下方用于存储的机械臂330B的第一接合件335(J1)。

[0035] 图3B是手术台300、适配器328和显示为处于操作位置的臂330A-C的侧视图,三个臂330A-C位于手术台300的一侧。在该示例中,第二接合件335(J1)被包括在第一连杆构件332和第二连杆构件334之间的枢转耦接中,使得适配器328和臂330A-C可以通过经由枢转接合件333(J0)和臂接合件335(J1)延伸臂330A-C而从收起位置移动到各个操作位置。如图3B所示,三个臂330A至330C当前位于手术台300的同一侧。为了实现这种配置,在手术台300一侧(例如,图3B中未示出的一侧)耦接到适配器328的一对臂中的一个臂可以经由枢转接合件333相对于手术台面320的纵轴向内枢转(例如,从纸面向外),并延伸到手术台300的另一侧(例如,图3B中示出的一侧)。例如,从收起配置,臂330C可以在手术台面320(和相对的臂330A)下方跨纵向方向(即y轴)枢转,并使用第二枢转接合件335(J1)从手术台面320下方向上延伸到另一侧。这种配置可用于执行例如前列腺切除术手术过程。

[0036] 在相同的变型中,手术台300可以六个(或更少)自由度铰接,包括沿着X、Y和Z轴的平移和旋转(倾斜),如图3A和3B所示。例如,基架322的高度可以被调节,这与手术台面320的纵向或横向运动(平移或旋转/倾斜)一起,可以允许手术台面320在地板上方的某高度(例如,允许外科医生接近)和距支撑件322的某距离被定位在期望的手术部位。手术台适配器328可以固定到手术台面320的底部,但是在使能够沿着基架322调节手术台面320的任何手术台马达(或接合件)之上。结果,当手术台面320被铰接时,耦接到手术台300的所有机械臂330A至330C将随着手术台面320自动移动,从而在手术台面320平移和旋转期间(和之后)保持相对姿态(位置和朝向),而不需要重新定位。

[0037] 用户控制台和UID

[0038] 一般来说,如图4A和4B所示,用于远端控制远端手术机器人器械的用户控制台110包括基座402、包括座椅盘(seat pan)406的可调节人体工程学座椅配件410、被配置为接收实时手术信息的开放式显示器面板450以及踏板配件430。座椅配件410可以以多种用户控制台配置(例如,就座、斜倚和/或升高)来选择性地配置。在一些变型中,用户控制台110的其它组件(例如,显示器、控制器等)可类似地具有与用户控制台配置相对应的多个位置或配置,其中这些其它组件响应于所选的座椅配件配置自动调节它们的位置或配置。此外,用户控制台110的一个或多个组件可以根据与至少一个用户相关联的就座概况自动调节它们的相对位置和/或朝向。在2017年9月21日提交的题为“USER CONSOLE SYSTEM FOR ROBOTIC SURGERY”的美国专利申请第15/712,052号中进一步详细描述了用户控制台110的示例性变型,其整体通过引用并入本文。

[0039] 在一些变型中,如图4A所示,用户控制台110可以附加地或替代地包括沉浸式显示器,比如潜望镜420或与用户的面部或头部接触地放置的其它头戴式显示器。沉浸式显示器420可以经由沉浸式显示器支撑臂422耦接到座椅配件410,该沉浸式显示器支撑臂422将沉浸式显示器420定位在位于座椅配件410中的用户的面部前方,使得用户可以以沉浸式方式直接观察沉浸式显示器410中的内容(例如,舒适且人体工程学地将用户浸入显示环境中,减少了来自用户外围视野的干扰)。开放式显示器450和沉浸式显示器420两者都可以显示与手术过程相关联的各种信息(例如,手术部位的内窥镜相机视图、静态图像、GUI等)和/或与机器人手术系统相关联的各种信息(例如,状态、系统设置)和/或2D和3D视频、图像、文本、图形界面、警告、控制、指示灯等形式的其它合适信息。此外,这两个显示器可以跟踪用户的视线、头部姿势和其它头部/眼睛运动,以与显示的内容交互并控制机器人手术系统中其它器械的操作。

[0040] 为了促进用户控制台110的调节和设置以用于人体工程学和其它调节,可以提供配置控制器,可以提供配置控制器,其可以检测和保存用户控制台110的一个或多个组件(包括座椅配件410、显示器配件450、踏板配件430)的特定配置,并且还可以控制调节机构的马达以将用户控制台110恢复到保存的特定配置。每个配置可以链接到一个或多个用户、用户特征、患者或患者特征(例如,身高、体重)、操作团队、机器人系统配置、座椅偏好和/或手术类型。配置控制器可以与机器人系统的机器人控制器分离,具有其自己的处理器、存储器、以及到马达、互锁、致动器和/或传感器的输入/输出接口,或者可以是同一系统的一部分。除了任何定制的配置之外,配置控制器还可以包括一些预先配置的设置,或者可以包括算法,该算法基于输入到配置控制器中的或者由内置在用户控制台中的一个或多个传感器(例如,在座椅盘406、基座402和/或踏板配件430中的重量传感器、光学高度或长度检测)测量的用户的高度和/或重量来设置配置。

[0041] 图4B示出了一组示例性参数,在一些变型中,其可以是可调节的以配置用户控制台110。开放式显示器可以在几个自由度(“DOF”)上可调节。例如,可以经由沿显示器支撑件的垂直平移(“ODV”)来调节开放式显示器高度,可以经由相对于用户控制台的基座的水平平移(“ODH”)来调节开放式显示器的前后位置,并且可以调节开放式显示器倾斜(“ODT”) (例如,相对于显示器支撑件)。附加地或可替代地,踏板托盘430可在多达三个或更多DOF上可调节。例如,脚踏板托盘倾斜(“PT”)可以被调节(例如,相对于用户控制台的基座),脚踏板托盘的前后位置可以经由相对于用户控制台的基座的水平平移(“PH”)来调节,和/或脚踏板托盘的高度可以经由垂直平移(未示出)来调节,比如利用耦接到用户控制台的基座的可调节升降器来调节。

[0042] 此外,座椅配件可以是在各种DOF上可调节的。例如,座椅旋转位置可以经由围绕垂直轴的座椅转环(seat swivel, “CS”)来调节(例如,通过调节如本文所述的座椅支撑柱的旋转转环位置),座椅高度(“CV”)可以经由沿着座椅支撑柱的平移来调节,相对于座椅盘的座椅斜靠(一般示出为座椅斜靠(“CR”))可以调节(例如,如本文进一步详细描述),并且座椅盘倾斜(“CBT”)可以调节(例如,如本文进一步详细描述)。扶手高度(“AV”)和其它扶手配置(例如,横向或平面运动,如本文进一步描述的)可以调节。另外,头枕高度(“HV”)和/或头枕倾斜(“HT”)可以调节(例如,如本文进一步描述的)。此外,相对于地面的基座(“BV”)的高度可以调节,例如,作布置轮子(如下文进一步描述的)用于运送和其它合适的

目的的结果。

[0043] 在使用中,用户控制台110可以被调节到期望的配置,包括对座椅配件410、踏板配件430和显示器配件450的人体工程学调节,但是如果可用的话,也可以对用户接口和用户接口设备进行定制。然后可以保存完整的配置或配置的子集,并可选地将其链接到一个标识符或类别。标识符可以是用户标识符、非用户标识符类别或特征(例如,手术类型、就座安排等)和/或生物识别符(例如虹膜代码、指纹等)。在随后的使用中,一个或多个标识符被输入、提供或同时或顺序地选择以缩小保存的(多个)配置,用于最终的选择或确认。然后,配置控制器用信号通知或控制各种马达以对用户控制台110进行任何机械调节,并且还重新配置或设置用户接口的配置。这可以在用户坐在用户控制台110中时或者在就座之前发生,以便减少对单个用户的设置时间,或者发生在单个过程期间以各自定制配置使用相同用户控制台110的多个用户之间,等等。此外,在一些变型中,用户控制台110可以通过跟踪用户的运动(例如,身体位置、眼睛位置、眼睛视线等)来动态改善人体工程学,并且响应于用户的运动,自动推荐或转换到对于用户的人体工程学、观察、硬件和/或其它需求(诸如为了减少疲劳或伤害)的最佳配置。例如,如果配置控制器检测到座椅配件410中的用户开始向上用力(好像试图获得手术台的更高视角),则控制器可以自动调节座椅配件210以升高用户。

[0044] 多个用户控制台配置可包括就座、斜靠和升高的配置。在就座配置中,座椅盘406可以处于其中用户的脚跟与基座402接触或大致围绕基座402、而座椅盘406和用户的大腿大致对准的高度。踏板配件430位于前后位置,其中用户的前脚与踏板430接触,并且与用户的小腿成大约垂直的角度。在升高的配置中,座椅盘406可以相对于就座配置中的位置而升高。座椅盘406的高度可以被设置成使得用户的脚跟与基座402接触,但是在其它变型中,可以被配置为使得用户的脚跟基座402之上并且不与基座402接触。在斜靠配置中,座椅盘406与显示面板450一起处于后倾朝向。

[0045] 用户控制台处用于控制手术机器人系统的用户接口还可以包括一个或多个手持用户接口设备(UID),其安装在座椅配件的扶手上或在开放式显示器下方,并具有其它可能的位置。在一些变型中,握在用户左手中的用户接口设备可以被配置为控制在提供给用户的相机视图的左侧上表示的末端执行器,而握在用户右手中的用户接口设备可以被配置为控制在相机视图的右侧上表示的末端执行器。到用户接口设备的控制输入可以例如由用户在提供诊断、手术、腹腔镜或微创手术过程或其它机器人过程期间作为输入命令而提供。在2017年12月8日提交的题为“USER INTERFACE DEVICES FOR USE IN ROBOTIC SURGERY”的美国专利申请第15/836,420号中进一步详细描述了用户接口设备的示例性变型,其整体通过引用并入本文。

[0046] 在一些变型中,手持的用户接口设备可以是配置为握在手中并在自由空间中操纵的无依靠的(groundless)或不靠地的(ungrounded)用户输入设备。例如,用户接口设备可以被配置为被握在用户的手指之间,并且当用户移动他或她的手臂、手和/或手指时由用户自由地四处移动(例如平移、旋转、倾斜等)。附加地或可替换地,手持用户接口设备可以是依靠身体的用户接口设备,在于用户接口设备可以直接或经由任何合适的机构(诸如手套、手带、套子等)耦接到用户的一部分(例如,耦接到用户的手指、手和/或手臂)。这种依靠身体的用户接口设备仍然可以使用户能够在自由空间中操纵用户接口设备。因此,在其中用户接口设备是无依靠或依靠身体(与永久安装或依靠到固定控制台等相反)的变型中,用

户接口设备可以是符合人体工程学的并提供灵巧的控制,比如通过使用户能够利用不受依靠地的系统的固定性质妨碍的自然身体运动来控制用户接口设备。

[0047] 图5A至5D是根据主题技术的方面的手持用户接口设备 (UID) 116的各种设计的图示。UID 116可包括外壳520和一个或多个圆周的或部分圆周的边缘(或凸起环) 525。在图5A和5C所示的有线变型中,UID 116还包括将UID 116耦接到用户控制台的线550。在一些变型中,外壳520可以具有被配置为接收电子器件和/或其它组件的内腔或其它内部体积。例如,内部体积可以包括至少一个印刷电路板 (PCB) 和用于给UID 116中的PCB和其它电气组件供电的电池。此外,诸如加速度计、陀螺仪、磁力计和/或其它光、磁或电容传感器(未示出)的一个或多个传感器可以被布置在外壳520的内表面或外表面上以用于在六个自由度上跟踪UID 116的位置和朝向。UID 116还可以包括一个或多个姿势检测传感器,例如,被配置为检测外壳520的变形的接近传感器或抓握或挤压传感器,其中检测到的外壳520的变形可以被映射到对图形用户界面或机器人系统的控制。

[0048] 在一些变型中,如图5A至5D所示,UID 116的外壳520可具有第一端530A(例如,近端)和第二端530B(例如,远端),其中第一端530A和/或第二端530B包括被配置为耦接到可拆卸适配器的交合部件(engagement feature)。该可拆卸适配器可以与其它类型的可拆卸适配器互换,从而促进允许诸如在不同组合中具有不同形状因子、不同功能特征和/或不同跟踪技术的用户接口设备的多种配置的模块化设计。例如,图5B描绘了可以可移除地交合到外壳520上并且用作操纵杆的盘适配器530B。在图5C中,相机适配器530B可以安装在UID 116的远端上以用于光学跟踪,其中导线550耦接到UID外壳520的侧边。作为另一示例,图5D示出了UID 116的另一种变型,其包括耦接到花形抓握联动装置或与花形抓握联动装置集成的近端530A。抓握联动装置可具有多个抓握组件502,每个抓握组件包括抓握曲柄504和枢转地耦接到抓握曲柄504的从动臂506。当用户按压一个或多个抓握曲柄504时,从动臂506向上推动滑块508,这可触发近端530A处的传感器生成用于控制相对应的末端执行器的钳夹的抓握信号。

[0049] 用户控制台110可以包括跟踪系统以跟踪UID 116的位置和朝向。在一些变型中,跟踪系统可以使用光学跟踪,其中相机可以安装在用户前面以捕获UID移动的连续图像。一个或多个标记可以被印刷或安装在UID 116上,使得图像可以被处理以检测UID 116的位置和朝向。该标记可以是在图像中可检测的以确定UID 116的位置或朝向。在其它变型中,相机可以安装在UID 116上。替代地或附加地,跟踪系统可以基于具有电磁源的电磁跟踪子系统。磁跟踪可以确定可移动传感器相对于所限定的操作空间内的固定发射器的位置/朝向。传感器精确地测量来自发射器的磁场,该发射器被配置为生成一组已知的场样式。所发送的样式被安排为使得系统可以从由每个传感器测量的值来解析唯一的空间位置和朝向。例如,用户控制台110可以具有场生成器,以生成随位置变化的磁场,以在用户前方建立坐标空间,而UID 116可以包括能够测量该坐标空间内的六个自由度的一个或多个跟踪传感器。跟踪传感器可以包括对电磁场、例如感应电流做出响应的线圈。通过测量线圈电流,可以确定跟踪传感器和UID 116的位置和朝向。

[0050] 跟踪的空间状态信息然后可以由用户控制台110转发到控制塔130作为对于机器人控制的用户输入。控制塔130处的控制计算机可以处理该用户输入以生成控制命令,使得手术器械或工具的末端执行器密切跟随跟踪的UID 116的运动,该跟踪的运动包括在空间

中沿着所有三个轴即6个DOF的平移和旋转。除了空间状态之外,诸如挤压或抓握的其它姿势也可以由一个或多个传感器跟踪,该一个或多个传感器可以是检测由用户手指按压的变形或机械联动的接近传感器。一旦被检测到,UID 116可以生成抓握信号并将该抓握信号发送到用户控制台。信号可以被输入到控制塔130用于生成诸如抓握的工具控制命令。例如,抓握信号可以被翻译成工具控制命令以闭合抓钳的钳夹,而释放信号可以被映射到打开钳夹命令。此外,抓握信号可以命令手术工具在组织或手术设备上施加抓握力。

[0051] UID 116还可以包括手指离合器(clutch),比如触摸传感器或机械开关,以临时离合手术机器人。当离合时,响应于离合信号,手术机器人120可以暂停工具或臂致动器中的一个或多个的运动。遥控操作可以被搁置,而不管任何UID移动,即空间状态和/或抓握信号被系统忽略。在离合时段期间,用户可以将UID 116重新定位到例如跟踪区域的中心,而不会引起手术机器人或手术工具的所不希望的移动。类似地,用户可以挤压(或释放)UID外壳520,而不改变抓钳的钳夹角度或抓握力。

[0052] 用户控制台110还可以包括用于跟踪用户眼睛和/或头部的传感器。在一些变型中,眼睛跟踪传感器可以包括拍摄用户眼睛的高帧率图像的相机、在用户眼睛上产生近红外光图案的投影仪、以及分析用户头部或眼睛和反射图案的细节并确定用户头部位置和注视点的图像处理算法。眼睛(或头部)跟踪器可以安装在开放式显示器450的顶部或底部,以及面向用户在座椅配件410前方的其它合适位置。为了校准眼睛(或头部)跟踪器,可以利用UID 116和手术机器人的空间状态信息。例如,当用户正在使用UID 116以操纵手术工具的末端执行器时,基于机器人接合件状态以及内窥镜和显示器450的参考帧之间的映射,可以得出末端执行器在开放式显示器450上的位置作为参考注视点。然后通过比较参考注视点和跟踪的注视点来校准跟踪器。

[0053] 跟踪用户的注视点和/或头部位置允许对于机器人手术的许多应用。例如,跟踪用户的头部位置可以帮助确定影响3D感知的头部和开放式显示器之间的空间关系。用户控制台计算机可以自动调节座椅和监视器的位置和倾斜,使得用户的眼睛中心在3D显示器前方预定距离处以为最佳的3D感知。此外,用户的注视可以被用作用户参与遥控操作的指示。例如,显示器上的注视点可用于自动调节屏幕上显示的手术区域和/或内窥镜位置,使得用户的焦点在3D感知最佳的监视器中心处。如果用户将焦点转移到侧面板上,注视可以用于激活侧面板上的应用。作为另一示例,当检测到用户的注视停留在开放式显示器之外超过一段时间时,即用户没有在观察手术部位达一些时间时,为了患者的安全,可以暂停或锁定手术机器人。

[0054] 图形用户界面

[0055] 本文描述了用于机器人手术系统的GUI的一些示例性方面。在2017年12月14日提交的题为“MULTI-PANEL GRAPHICAL USER INTERFACE FOR A ROBOTIC SURGICAL SYSTEM”的美国专利申请第15/842,485号中详细描述了示例性GUI和集成的应用的更多变型,其整体通过引用并入本文。在一些变型中,GUI可以显示在控制机器人手术系统的用户控制台处的多面板显示器中。附加地或替代地,GUI可以显示在一个或多个附加显示器上,比如在用于机器人手术系统的控制塔处、在患者床边等。GUI可以存在于其上的显示器的另一示例是沉浸式显示器,诸如在2017年10月3日提交的题为“IMMERSIVE THREE-DIMENSIONAL DISPLAY FOR ROBOTIC SURGERY”的美国专利申请第15/724,185号中描述的那些,其整体通

过引用并入本文。

[0056] 一般来说,用于机器人手术系统的GUI可以提供信息和/或交互内容,从而辅助用户利用机器人手术系统中的一个或多个机器人器械执行手术过程。在一些变型中,GUI可以包括多面板显示器(或在多个相邻显示器上),在该其上由各种软件应用提供的内容可以被覆盖或接近(例如,来自内窥镜相机的)手术部位的图像而显示,比如在手术过程期间。软件应用可以选择性地布置在多个面板上以可重新配置的方式显示它们各自的内容。可重新配置面板的不同布局可以从调节不同面板的尺寸和/或形状而得到。附加地或可替代地,不同的布局可以从多个显示面板中不同内容(例如,不同应用)的填充而得到。在一些变型中,GUI可以进一步显示被配置为以方便、有效的方式传达关于手术器械的信息的一个或多个工具小组件(widget)。例如,工具小组件可以汇总高优先级信息,比如工具类型、工具状态、工具设置和/或工具剩余“寿命”(例如,密封筒中剩余的启动(firing)次数等)。工具组件可以覆盖在内窥镜图像上,邻近或接近内窥镜图像,和/或在显示的GUI的任何其它合适的部分中。

[0057] 图6A和图6B描绘了示例性GUI变型600A和600B,其中实时视频应用的视频馈送部分610显示在显示器上两个侧边栏之间的主面板中。各种应用可以显示在主面板任一侧的侧边栏中,其中侧边栏面板的至少一些可以根据用户的当前偏好被选择性地隐藏、最小化、透明化和/或固定。例如,在图6A中,在显示器的侧边栏上显示手术现场(stadium)视图应用611、定时器应用612、远程会议应用613、过程模板/清单应用614、生成器应用615和图像查看器应用616。类似地,在图6B中,实时视频应用的控制部分610a、定时器应用612、过程模板/核对清单应用614和图像查看器应用616被布置在主面板周围侧边栏上的各种子面板中。填充侧边栏面板的应用可以以最小化形式(例如,简单和干净的线条等)或其它合适形式来描绘。另外或可替换地,GUI可以被配置为在主面板中显示来自一个或多个所选软件应用的专用内容。

[0058] 图中未描绘的其它应用包括患者生命体征应用、远端图解应用、视频标记应用、视频播放器应用、模拟器应用、人体工程学设置应用以及其它各种应用。用户可以经由输入设备或与其它合适传感器的交互来从工具栏或快速访问菜单(例如,图6B中的快速访问菜单620)访问并激活应用。应用可以由工具栏或快速访问环中的图形图标和/或标题来表示,并且可以以任何合适的顺序而排列,比如按相关性或功能性(例如,与手术过程相关、与患者相关、与团队协作相关)、字母顺序、用户选择的“收藏”、最流行等等来分组。用户也可以定制工具栏或快速访问菜单的形状因子(例如,圆形或环形、矩形或可选图标或描述符的其它网格、下拉列表或任何合适的格式)。工具栏或快速访问菜单可以显示在显示器(例如,用户控制台上的开放式显示器)上的任何合适位置。此外,快速访问菜单可以基于对某些类型的手术过程、某些类型的用户等的快速访问菜单的先前有效的布局来自动配置。

[0059] 在一些变型中,GUI可以显示“工具箱”或工具栏,包括显示手术工具(器械)状态的一个或多个工具小组件。例如,图6A所示的工具箱包括分别对应于右手工具和左手工具的工具小组件634A和636A,并且沿着主面板的底部边缘显示。在其它变型中,工具箱可以附加地或替代地显示在任何合适的位置。如图6B所示,工具箱可以包括显示在显示器的侧边栏上的并且分别与位于屏幕外的第一“备用”手术器械、由右手控制器控制的第二手术器械和由左手控制器控制的第三手术器械相对应的工具小组件632、634B和636B。具体而言,与第

一“备用”手术器械相对应的工具小组件632显示在相对在视野外的侧边栏的上角。与受控的第二和第三手术器械相对应的工具小组件634B和636B分别显示在右侧边栏和左侧边栏的下角。

[0060] 在一些变型中,响应于检测到 workflow 期间发生的触发事件,工具小组件还可以显示警报或通知。例如,如图6A所示,在一个或多个传感器(例如,在工具驱动上)检测到器械被不正确地加载的情况下,相关联的工具小组件可以显示向用户指示该问题的通知621。另外,单独的通知623可以显示在显示器上的其它地方。单独的通知623可以例如包括与没有在工具小组件中显示的触发事件相关的附加(例如,更详细)的信息。触发事件的其它示例可以包括器械的“寿命”耗尽(例如,超过缝合器的启动(fire)的预定次数)、器械堵塞或其它器械故障。可以定义用于提示通知警报的任何合适的触发事件。在一些变型中,警报或通知可以按紧急顺序优先显示。

[0061] 图像查看器应用616可以与医疗记录数据库或其它合适的储存库通信,使得图像查看器应用616可以接收与手术过程相关的医学图像。例如,图像查看器应用616可以接收和显示患者的手术前图像(例如,X射线、CT、MRI、超声等)。手术前图像的这种显示可以允许外科医生和/或(多个)其它用户在手术过程之前、期间和/或之后容易地查看手术前图像,并且可以帮助手术团队做出与手术过程相关的更好、更明智的决定。例如,手术前图像可以经由图像查看器应用616显示,以便有助于术前计划,比如手术团队在案例开始时查看手术计划。作为另一示例,手术前图像可以经由图像查看器应用616与利用内窥镜获得的实时手术中图像并排显示(例如,以评估要切除的肿瘤的边缘)。

[0062] 实时视频应用被配置为在手术过程期间接收并显示来自捕获手术部位的图像的设备的—个或多个实时图像数据。在一些变型中,实时视频应用被配置为还接收和显示除了来自机器人手术系统的内窥镜视频馈送之外的信息,诸如通过附加的(例如,第三方)内窥镜设备、超声机器等。例如,向用户显示附加的实时数据流可以帮助使得手术人员能够查看可以帮助他们做出更好的治疗决定的更多信息(例如,从不同的角度或视角,使用诸如 ICG 或其它成像剂等的不同的成像辅助设备)。在一些变型中,实时视频应用可以附加地或替代地来自机器人手术系统的内窥镜视频馈送接收图像数据。

[0063] 患者生命体征应用可以与跟踪诸如脉搏、血压、血氧测定数据、呼吸速率、温度等的患者生命体征的一个或多个传感器通信(或者与存储患者生命体征的存储器设备通信)。显示器上患者生命体征的显示可以为外科医生和/或其它用户提供对患者状态的简便访问(例如,不需要询问当前的麻醉师)。例如,在患者生命体征应用中的患者生命体征的显示可以帮助使外科医生能够更快地对紧急情况做出反应。此外,患者生命体征应用可以提供对触发事件的视觉和/或音频警报,比如患者生命体征满足预定阈值(例如,心率超过预定值)。

[0064] 过程模板应用614可以与存储在存储器中的过程数据库通信,使得它可以接收与过程规划相关的数据。过程模板应用614可以生成与手术过程的执行相关的项目列表。例如,过程模板应用614可以显示作为手术过程一部分的手术任务清单、手术过程所需的设备或工具列表、手术室设置任务列表、端口位置和臂/手术器械设置的示意图等。在一些变型中,清单可以是模板列表或者可以被定制(例如,已经对特定患者微调或调节的模板清单,或者其它定制列表)。过程模板应用614可以例如为手术团队提供在手术过程之前或开始时

查看过程步骤、设备和/或设置任务的途径。

[0065] 定时器应用612可以例如跟踪手术过程的持续时间和/或手术过程的分段的持续时间(例如,各个手术任务和执行的其它任务,和/或它们的组)。在一些变型中,定时器应用612可以为医务人员提供在手术中容易监视手术过程的进展的途径。附加地或替代地,定时器应用612可以分析(或促进分析)手术后手术过程的执行,以帮助使手术团队能够识别提高效率、沟通等的可能方式。在一些变型中,经由定时器应用612收集的数据可以显示在其它显示器(例如,手术室中的附加显示器)上和/或通信传达和存储以供以后分析。例如,经由定时器应用612收集的数据可以上传到网站入口或数据库,以帮助使能够进行手术过程的手术中和/或手术后检查。

[0066] 手术现场视图应用611提供在手术过程期间手术室中的机器人系统、患者台或病床和/或工作人员的实时视图。在一些变型中,手术现场视图应用611可以接收与机械臂、患者台和/或工作人员等的当前位置相关的实时或接近实时的信息,基于接收到的信息生成手术室环境的渲染(图形表示),并向用户显示该渲染。在一些变型中,渲染可以是3D的,但是可替换地可以是2D的。或者,渲染可以由远端设备(例如,单独的处理器)生成,并传递给手术现场视图应用611以用于显示。因此,显示的渲染可以向用户提供机器人手术系统、患者和/或工作人员等的“患者体外”的视图。在手术室中。用户可以例如监视诸如工具状态、潜在碰撞等的机器人系统的状态并向手术团队的其它成员通信传达这种状态和任何问题的解决方案。

[0067] 远程会议应用613可以使用户能够在手术过程之前、期间和/或之后联系同事或其它联系人。例如,远程会议应用613可以使能够通过蜂窝网络、有线或无线互联网网络(例如,通过WiFi)、直接线路网络连接或以任何合适的方式通信。在一些变型中,远程会议应用613可以存储联系人信息,包括但不限于姓名、照片、角色或头衔、住址、电话号码或其它联系人等。通过远程会议应用613,用户可以例如向联系人寻求咨询以获得建议或其它远程监视,或者寻求用于手术过程的任何其它合适类型的协作。远程会议应用613可以促进音频和/或视觉协作,比如通过电话和/或视频会议和/或屏幕共享。

[0068] 远端图解应用可以使一个或多个用户能够注释GUI的显示的图像或其它方面。例如,远端图解应用可以显示一个或多个注释工具的调色板。注释工具可用于标注或标记诸如内窥镜图像的显示的图像,然后注释的图像可在协作者之间共享(例如,在不同显示器上同时显示的不同GUI之间共享),被保存用于参考或将来分析等。例如,注释的图像可用于更清楚地与协作者交流病变边缘、附近淋巴结和/或其它关键解剖结构(例如,解剖目标、要避开的组织)等的位置。协作者可以在同一手术团队中或可在同一手术室中,和/或可以在手术室外(例如诸如远程会议指导者的远端协作者)。

[0069] 在一些变型中,可以获得手术过程的视频记录,比如整个手术过程。视频标记应用可以包括注释工具(例如,类似于以上对远端图解应用描述的工具),其可以用于注释或以其它方式标记所记录的手术过程视频。例如,视频标记应用可以帮助使用户能够将手术过程视频与特定患者相关联(例如,用患者姓名、医疗记录号等注释)以便使能够在将来访问视频,比如用于手术后检查。

[0070] 视频播放器应用可以例如与视频数据库通信,使得视频播放器应用可以接收视频(或指向视频的指针)并将其显示在GUI上。视频播放器应用可以显示例如用于相关手术过

程或手术任务或用于与手术过程相关的其它任务(例如,用于对接(dock)机械臂的端口的设置)的教学或训练视频。在一些变型中,视频播放器应用可以由用户使用以在手术前设置中查看视频,比如为手术过程准备。附加地或替代地,视频播放器应用可以用于在手术中查看视频,比如帮助解决在手术过程期间已出现的并发症。然而,也可以播放其它合适的视频。此外,应该理解,视频播放器应用(例如,音乐播放器)的变型可以经由GUI提供。

[0071] 生成器应用615可以使能控制手术器械的一个或多个设置。例如,在用户控制台处包括生成器应用615的GUI可以使坐在用户控制台处的外科医生能够直接控制手术器械的设置。在一些情况下,这可以提高手术过程的整体效率,因为在用户控制台处的外科医生可以避免需要询问手术人员的另一成员以改变设置。

[0072] 控制塔

[0073] 图7是示出根据主题技术的方面的用于手术机器人系统的示例性控制塔130的示意图。控制塔130可以容纳团队显示器702、护士显示器706、配件架704和708、至少包括可视化计算机、控制计算机和辅助计算机的中央计算机710、用于电缆管理的存储空间712、以及CO₂罐和脚轮714。团队显示器702可以提供从患者侧的手术部位的视图以及对于内窥镜和视频配置的一组控制。例如,团队显示器702可以复制在用户控制台开放式显示器450上看到的整个手术图像,包括内窥镜视频和应用。除了提供仪器状态指示器(就绪与未使用)、器械和脚踏板激活状态指示器(激活与未激活)以及内窥镜状态/水平指示器之外,团队显示器还可以在适当时提供附加的屏幕上图标、当器械在视野外时的屏幕外指示器、警告、警报、系统状态、菜单、设置和选项以及其它相关信息。

[0074] 护士显示器706可以是控制塔130上的较小的显示器框架,并且除了团队显示器702之外,也可以由手术人员使用以与系统交互。护士显示器可以显示内窥镜、照明器和生成器的状态,并允许调节这些设备的设置。此外,护士显示器706可以允许用户登录并访问手术数据和软件应用。如图7所示,在护士显示器706的上方和下方是两个配件架704和708,尽管配件架704、708与护士显示器706之间的相对位置的其它布置也是可能的。在一些变型中,两个架704、708允许放置配件装置,比如吹入器、高级光引擎(ALE)和外部非集成电外科单元(ESU)。ESUS可包括单极、双极、高级双极和超声波模态。ALE包含用于照明手术部位的高强度光源和用于内窥镜视频图像的初始处理的电子设备。内窥镜电缆可以从ALE直接连接到内窥镜以提供通信和照明。

[0075] 中央计算机710可以包括可视化计算机、控制计算机和辅助计算机。可视化计算机包括主要用于对从内窥镜经由高级光引擎(ALE)接收的视频图像进行高级处理并将处理后的视频转发到各种显示器的一个或多个处理器。可视化计算机可以支持图形用户界面、在护士显示器和团队显示器处的触摸屏输入、负责到系统的实时和/或低延迟内窥镜视频或其它视频输入的应用、负责经由用户控制台或团队显示器提供用户的时间上或安全上关键的信息的应用、在可视化计算机和手术机器人系统之间的通信信道、ALE设置信息的通信、外部ESU的激活/去激活、以及用于存档的音频混合和音频/视频输出。

[0076] 控制计算机接收来自用户控制台处的用户接口设备的用户输入以及来自手术机器人(例如,手术台、臂和器械)的状态信息,并基于用户输入和机器人状态计算控制命令。然后,控制命令可以被分派到手术机器人以执行机器人辅助手术。控制计算机可以支持手术机器人系统的机器人控制,包括遥控操作、将UID运动转换成机器人运动、接收和发送实

时数据和非实时数据、输出系统数据用于记录和存储、促进手术台控制、臂控制和工具控制、以及管理所有中央计算机与手术机器人系统之间的通信信道。辅助计算机还可以将系统日志记录到内部存储装置,将系统数据输出到内部或外部组件,并担当可视化计算机和控制计算机的备用计算机。

[0077] 控制塔130的其它配件(图7中未示出)可以包括扬声器和麦克风以及音量控制、和/或音频插孔,用于辅助用户控制台处的外科医生和床边工作人员之间的语音通信的音频输入和输出。控制塔还可以包括在没有主电源的情况下提供电力的不间断电源(UPS)。当脚轮714(电子和/或手动)解锁时,控制塔可以是可移动的用于在手术室中最佳定位。当不处于运输模式时,轮子锁定/制动系统能够防止不必要的运动。

[0078] 系统架构

[0079] 图8是示出根据主题技术的方面的手术机器人系统800的示例性硬件组件的框图。示例性手术机器人系统800可包括用户控制台110、手术机器人120和控制塔130。手术机器人系统800可以包括其它或附加的硬件组件;因此,该图是作为示例提供的,而不是对系统架构的限制。

[0080] 如上所述,用户控制台110包括控制台计算机811、一个或多个UID 812、控制台致动器813、显示器814、UID跟踪器815、脚踏板816和网络接口818。坐在用户控制台110处的用户或外科医生可以手动调节用户控制台110的人体工程学设置,或者可以根据用户简档或偏好来自动调节设置。手动和自动调节可以通过控制台计算机811基于用户输入或存储的配置驱动控制台致动器813来实现。用户可以通过使用两个主UID 812和脚踏板816控制手术机器人120执行机器人辅助手术。UID 812的位置和朝向由UID跟踪器815持续跟踪,状态变化由控制台计算机811记录作为用户输入并经由网络接口818分派到控制塔130。患者解剖结构、仪器和相关软件应用的实时手术过程视频可以在包括开放式或沉浸式显示器的高分辨率3D显示器814上呈现给用户。

[0081] 与其它现有的手术机器人系统不同,本文公开的用户控制台110可以通过单根光纤光缆通信地耦接到控制塔130。用户控制台还提供了用于改进的人体工程学的附加功能。例如,与仅提供沉浸式显示器相比,提供了开放式和沉浸式显示器两者。此外,通过电磁或光学跟踪器跟踪的高度可调的外科医生的座椅和主UID被包括在用户控制台110处用于改善的人体工程学。为了提高安全性,可以实施眼睛跟踪、头部跟踪和/或座椅转环跟踪以防止意外的工具运动,例如,通过在用户的注视没有停留在开放式显示器上的手术部位超过预定时间段时暂停或锁定遥控操作。

[0082] 控制塔130可以是容纳触摸屏显示器、控制外科医生的机器人辅助的器械操纵的计算机、安全系统、图形用户界面(GUI)、光源以及视频和图形计算机的移动护理点推车。如图8所示,控制塔130可以包括至少包含可视化计算机、控制计算机和辅助计算机的中央计算机831、包括团队显示器和护士显示器的各种显示器833、以及将控制塔130耦接到用户控制台110和手术机器人120两者的网络接口838。控制塔130还可以容纳第三方设备,比如先进光引擎832、电外科发电单元(ESU) 834以及吹入器和CO₂罐835。为了用户方便,控制塔130可以提供附加的特征,比如护士显示器触摸屏、软电源和E-保持(E-hold)按钮、用于视频和静止图像的面向用户的USB以及电子脚轮控制接口。辅助计算机还可以运行实时Linux、提供日志记录/监视以及与基于云的web服务交互。

[0083] 手术机器人120包括具有可定位在目标患者解剖结构上方的多个集成臂822的铰接手术台824。一套兼容的工具823可以附接到臂822的远端或从臂822的远端拆卸,使得外科医生能够执行各种手术过程。手术机器人120还可以包括用于手动控制臂822、手术台824和工具823的控制接口825。控制接口可以包括诸如但不限于遥控器、按钮、面板和触摸屏的项目。可能还需要其它配件,比如套管(管套、密封筒和闭塞器)以及消毒帷帘来执行系统的过程。在一些变型中,多个臂822包括安装在手术台824两侧四个臂,每侧两个臂。对于某些手术过程,安装在手术台一侧的臂可以通过在手术台和安装在另一侧的臂下方伸出并越过而定位在手术台的另一侧,得到总共三个臂定位在手术台824的同一侧。手术工具还可以包括台式计算机821和网络接口828,其可以使手术机器人120与控制塔130通信。

[0084] 为了解释的目的,以上描述使用了特定的术语以提供对本发明的透彻理解。然而,对于本领域技术人员显而易见的是,为了实践本发明,不要求具体细节。因此,为了说明和描述的目的,呈现了本发明特定实施例的以上描述。它们并不意图穷举或将本发明限制于所公开的精确形式;显然,鉴于上述教导,许多修改和变化是可能的。选择和描述这些实施例以便最好地解释本发明的原理及其实际应用。因此,它们使得本领域的其它技术人员能够通过适合于预期的特定用途的各种修改最好地利用本发明和各个实施例。意图以下权利要求及其等同物限定本发明的范围。

[0085] 上述方法、设备、处理和逻辑可以以许多不同的方式以及以硬件和软件的许多不同组合来实施。控制器和估计器可以包括电子电路。例如,所有或部分实施方式可以是包括以下的电路:诸如中央处理单元(CPU)、微控制器或微处理器的指令处理器;专用集成电路(ASIC)、可编程逻辑器件(PLD)或现场可编程门阵列(FPGA);或包括离散逻辑或其它电路组件的电路,该其它电路组件包括模拟电路组件、数字电路组件或两者;或其任意组合。作为示例,该电路可以包括离散互连硬件组件和/或可以组合在单个集成电路裸芯上、分布在多个集成电路裸芯之间、或者实现在公共封装中的多个集成电路裸芯的多芯片模块(MCM)中。

[0086] 该电路还可以包括或访问由该电路运行的指令。这些指令可以存储在不同于瞬时信号的有形存储介质中,比如闪存存储器、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM);或者存储在磁盘或光盘上,比如紧凑盘只读存储器(CDROM)、硬盘驱动器(HDD)或其它磁盘或光盘;或者存储在另一机器可读介质中或其上。诸如计算机程序产品的产品可以包括存储介质和存储在介质中或介质上的指令,并且指令在由设备中的电路执行时可以使设备实施以上描述的或附图中所示的任何处理。

[0087] 这些实施方式可以作为电路分布在多个系统组件之间,比如分布在可选地包括多个分布式处理系统的多个处理器和存储器之间。参数、数据库和其它数据结构可以分别存储和管理,可以合并到单个存储器或数据库中,可以以许多不同的方式逻辑和物理地组织,并且可以以许多不同的方式实施,包括作为诸如链表、哈希表、阵列、记录、对象或隐式存储机制的数据结构。程序可以是单个程序的部分(例如子例程)、分开的程序、跨多个存储器和处理器分布、或者以许多不同的方式实现,比如以诸如共享库(例如动态链接库(DLL))的库实现。例如,DLL可以存储指令,指令在由电路执行时进行以上描述的或附图中所示的任何处理。

[0088] 此外,本文讨论的各种控制器可以采取例如处理电路、微处理器或处理器以及存储可由(微)处理器运行的计算机可读程序代码(例如固件)的计算机可读介质、逻辑门、开

关、专用集成电路 (ASIC)、可编程逻辑控制器和嵌入式微控制器的形式。控制器可以配置有硬件和/或固件以执行下面描述的和在流程图中示出的各种功能。此外,显示为在控制器内部的一些组件也可以存储在控制器外部,并且可以使用其它组件。

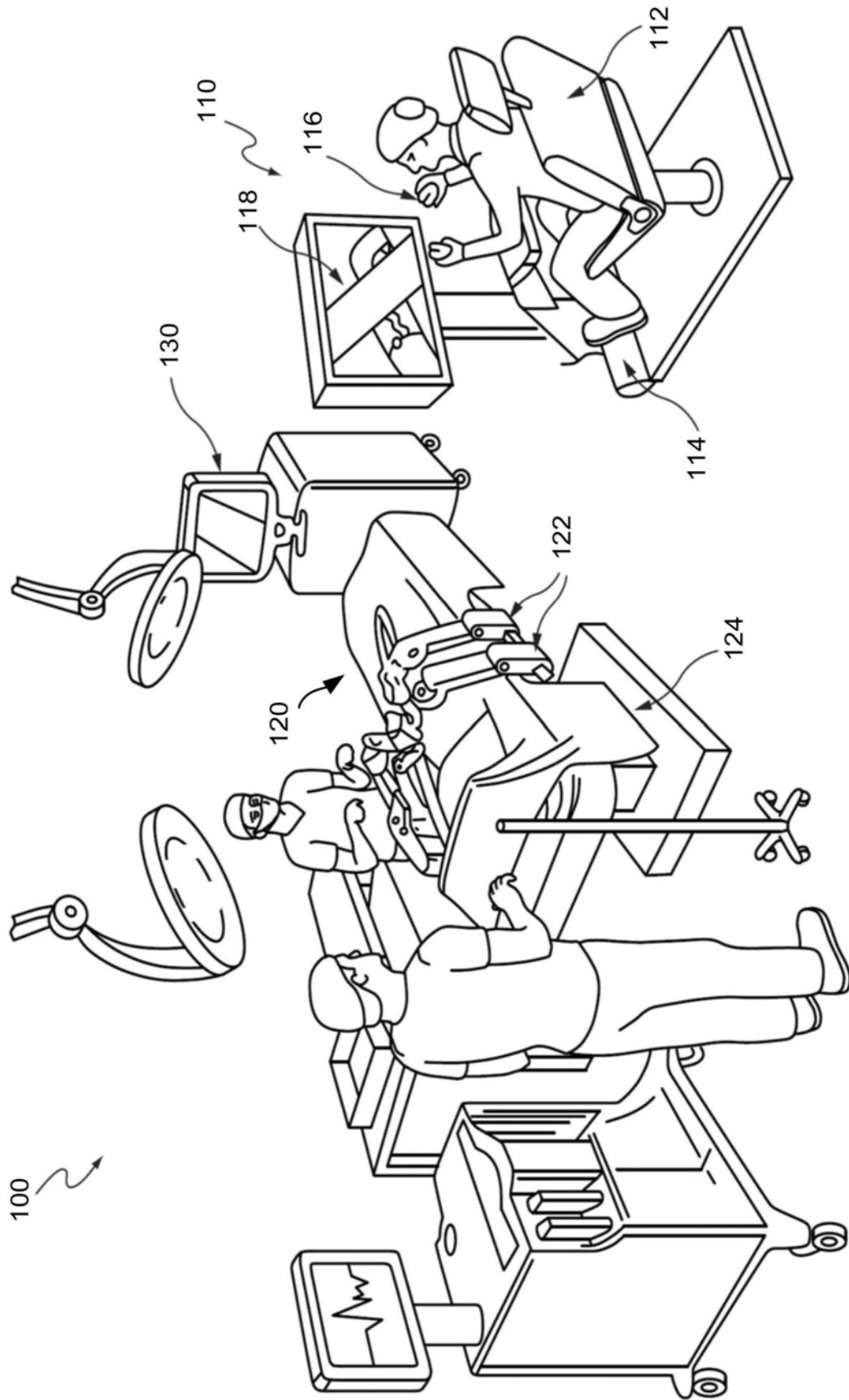


图1

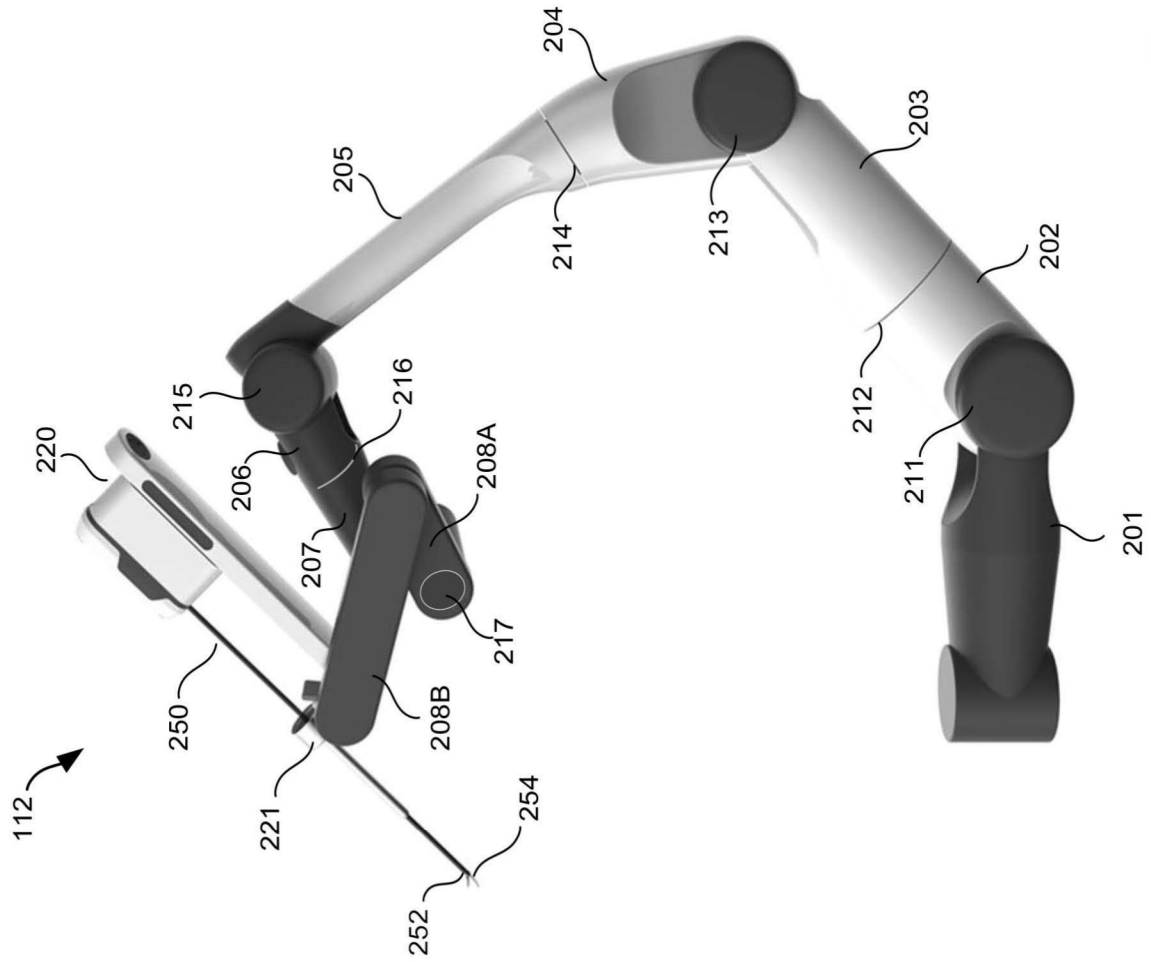


图2A

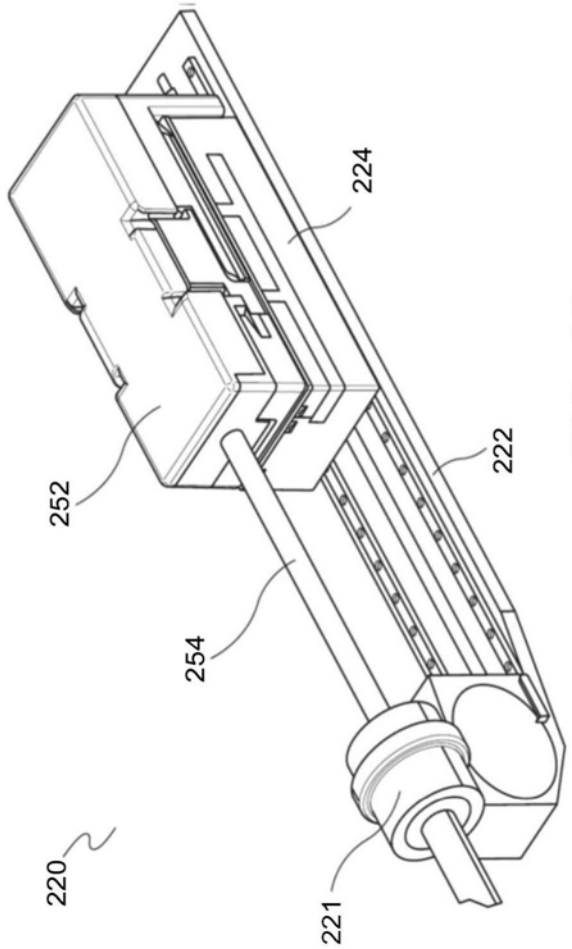


图2B

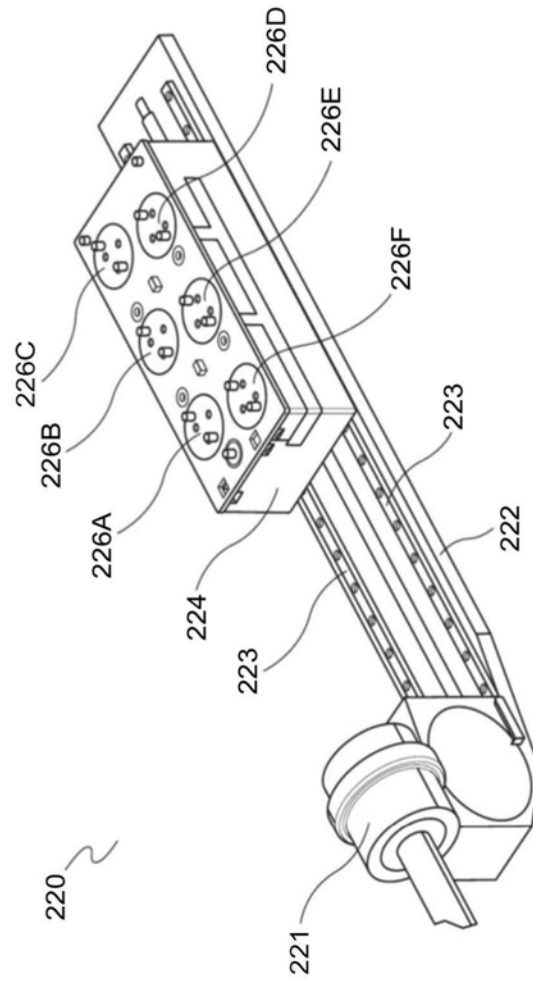


图2C

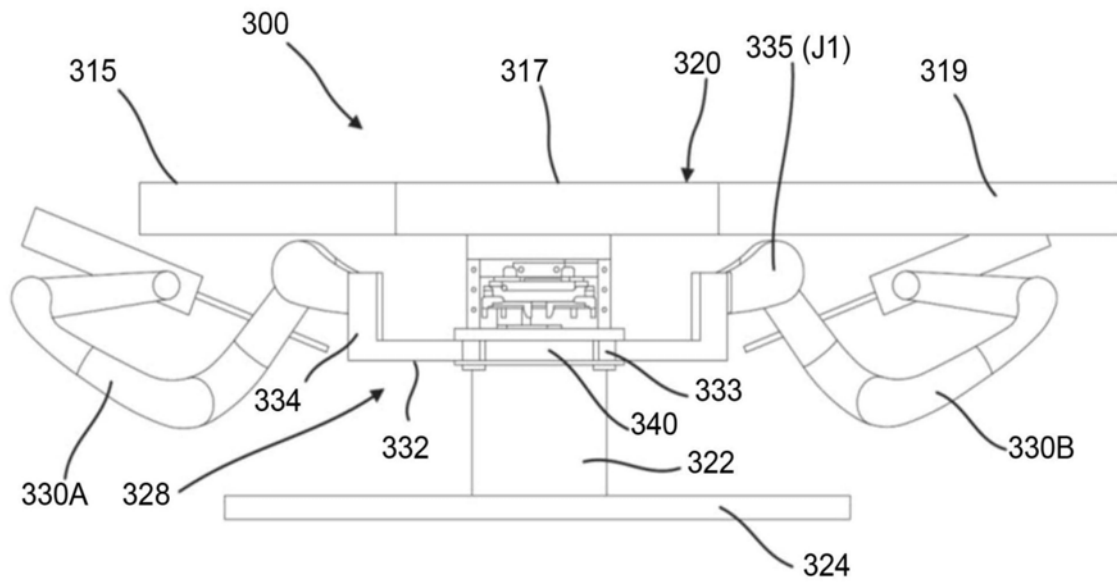


图 3A

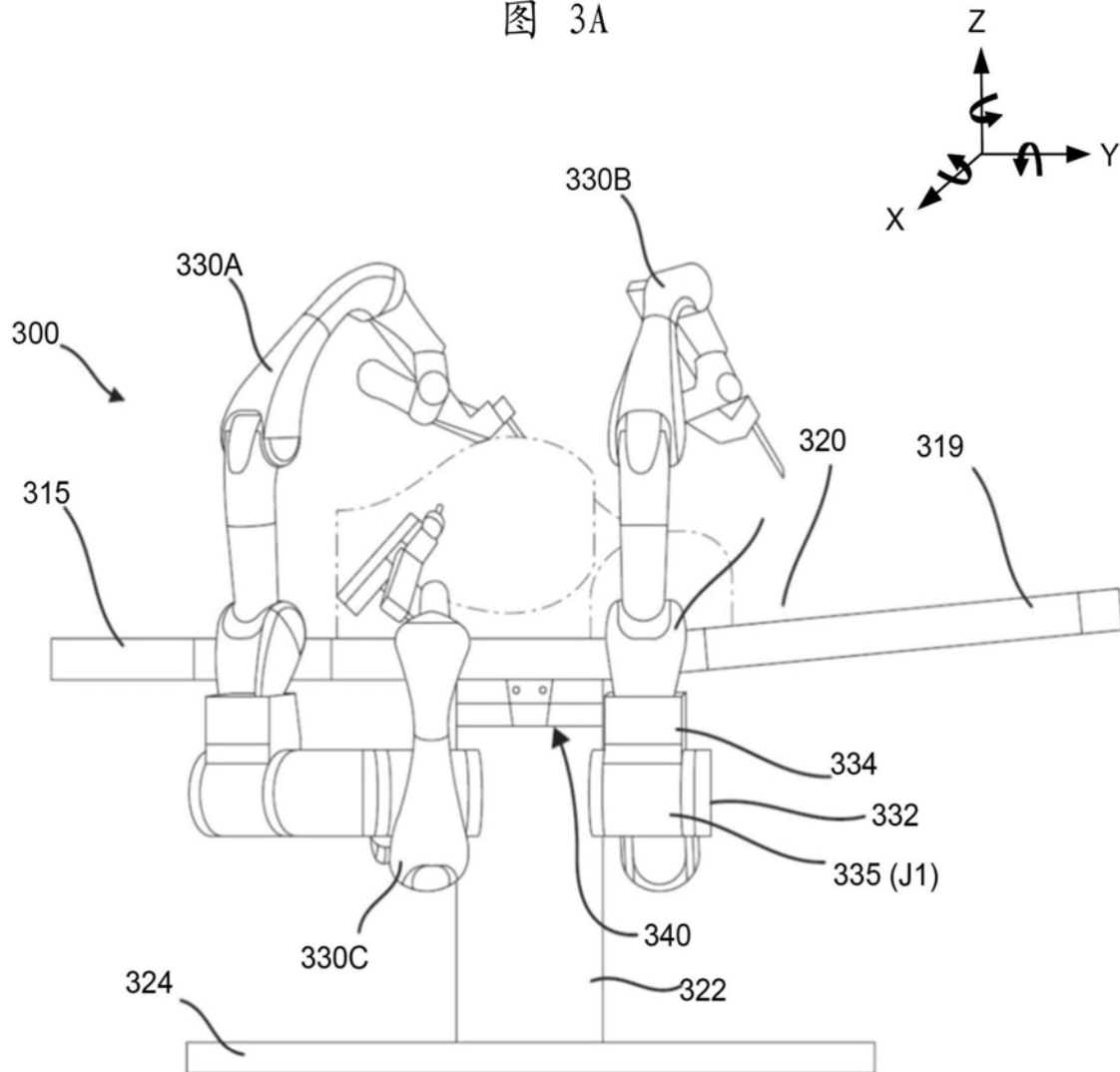


图 3B

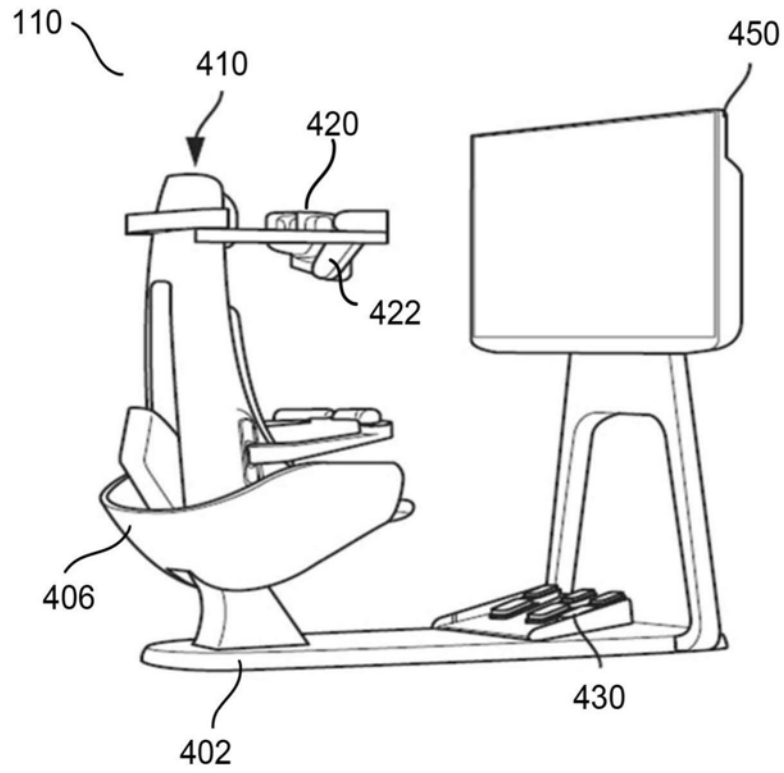


图4A

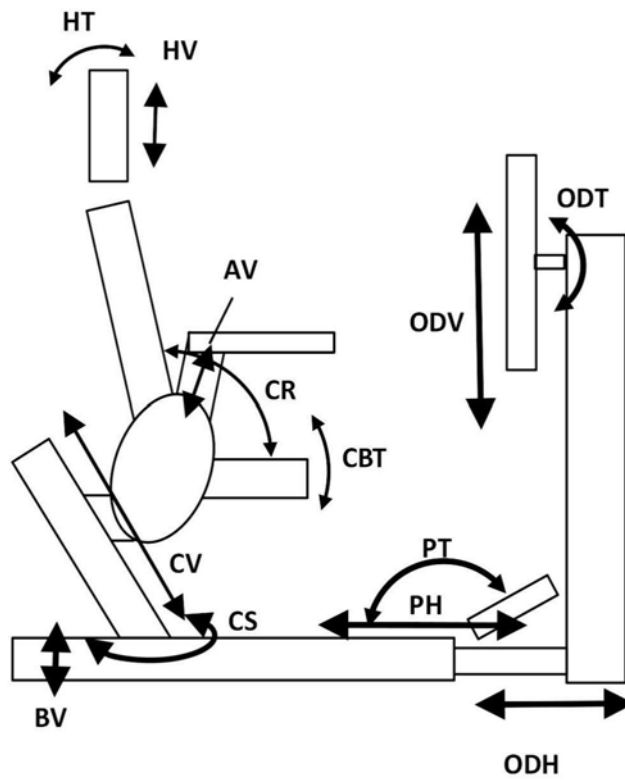


图4B

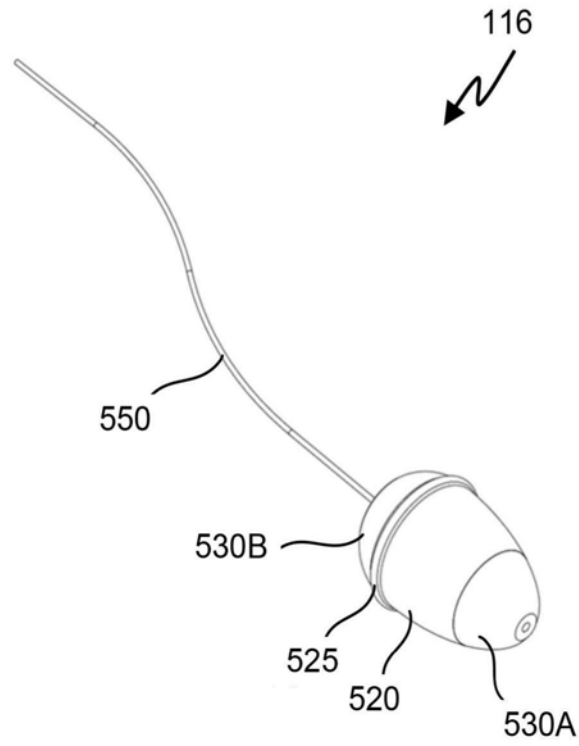


图5A

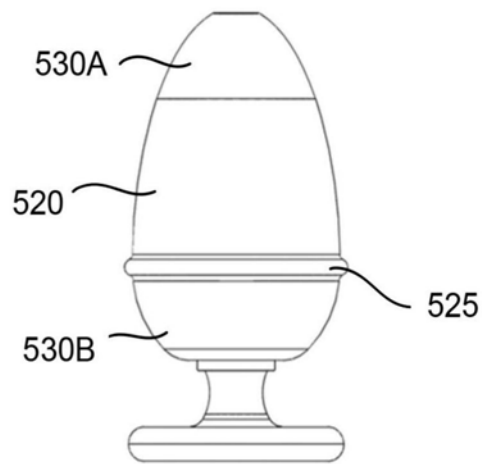


图5B

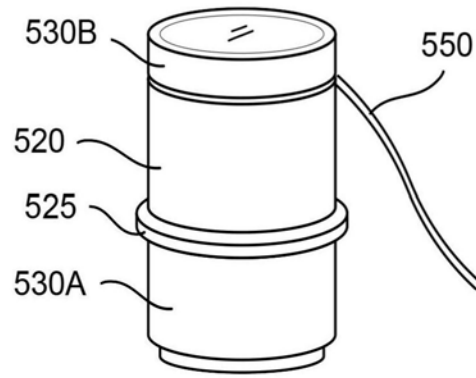


图5C

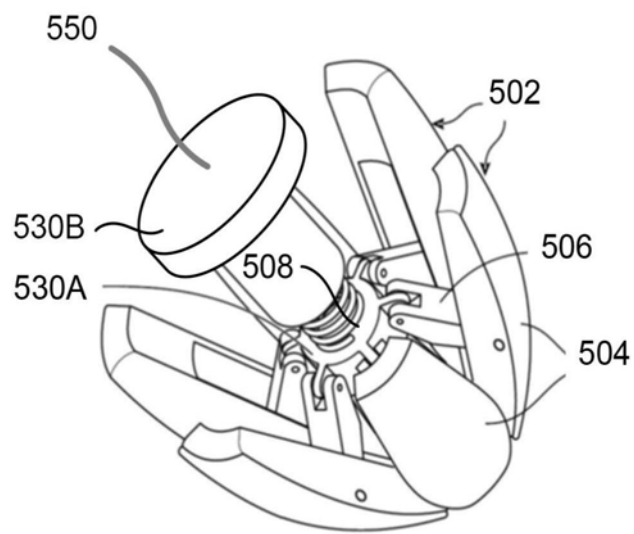


图5D

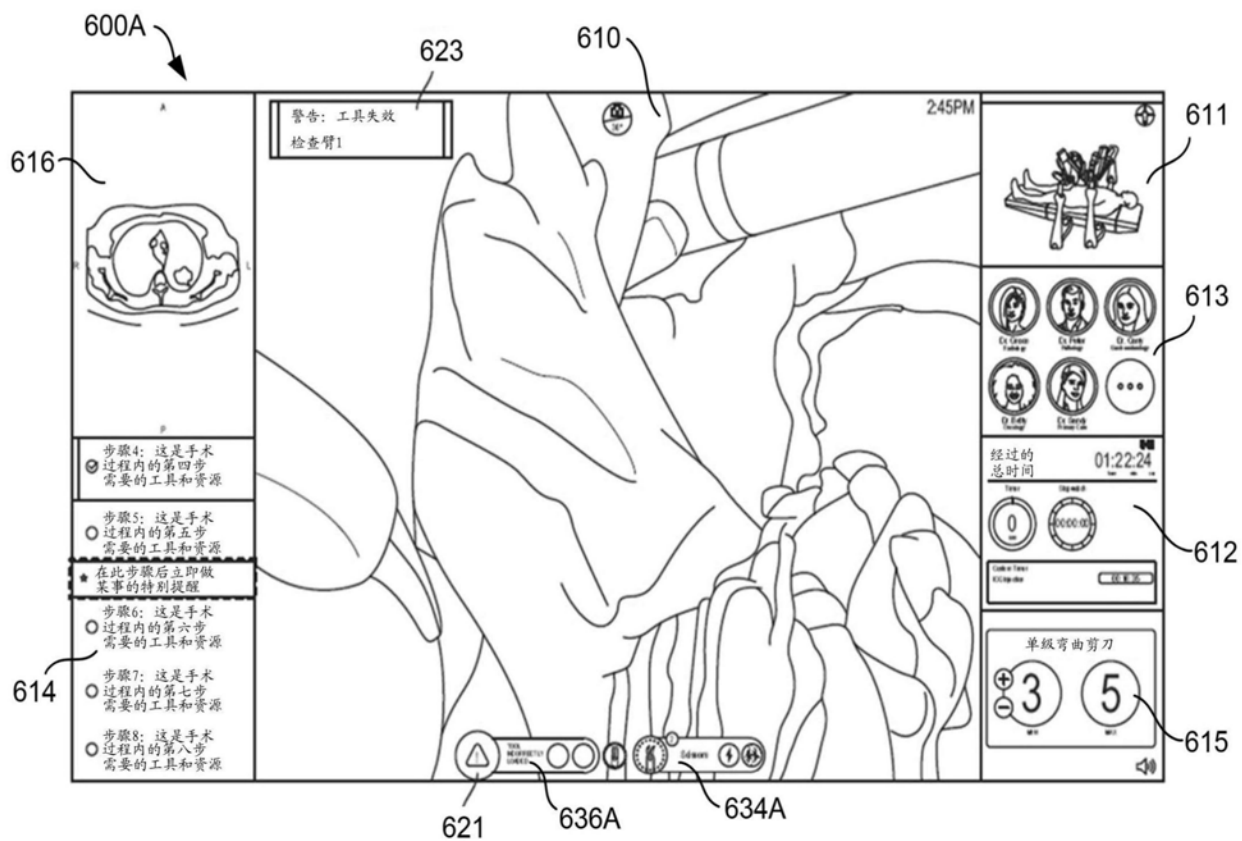


图6A

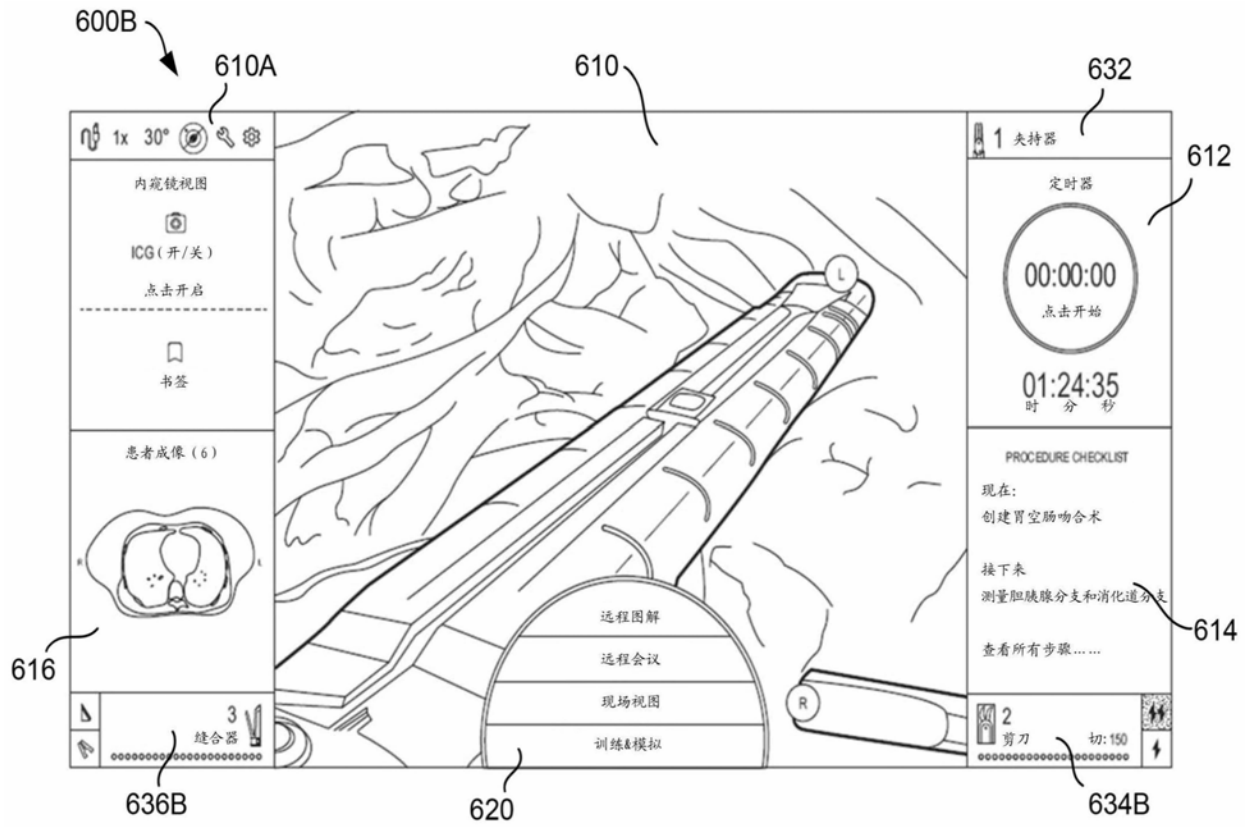


图6B

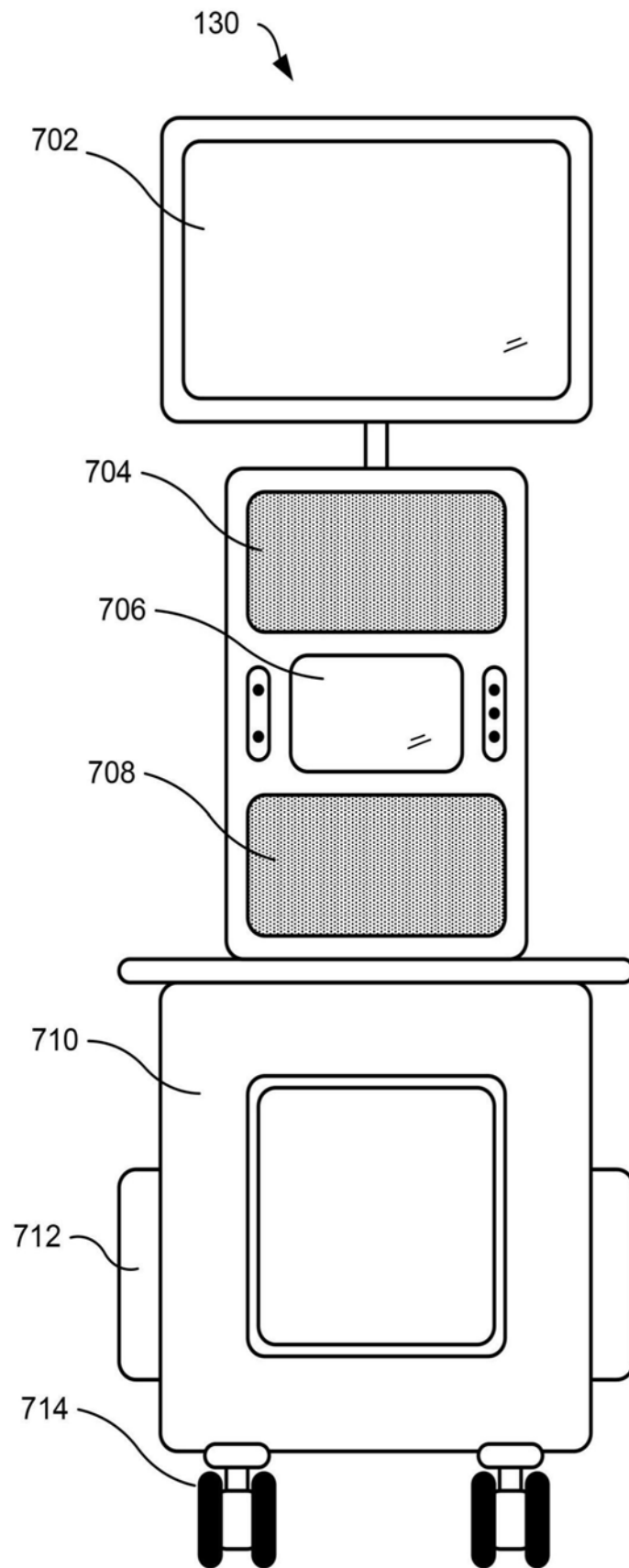


图7

800 ~

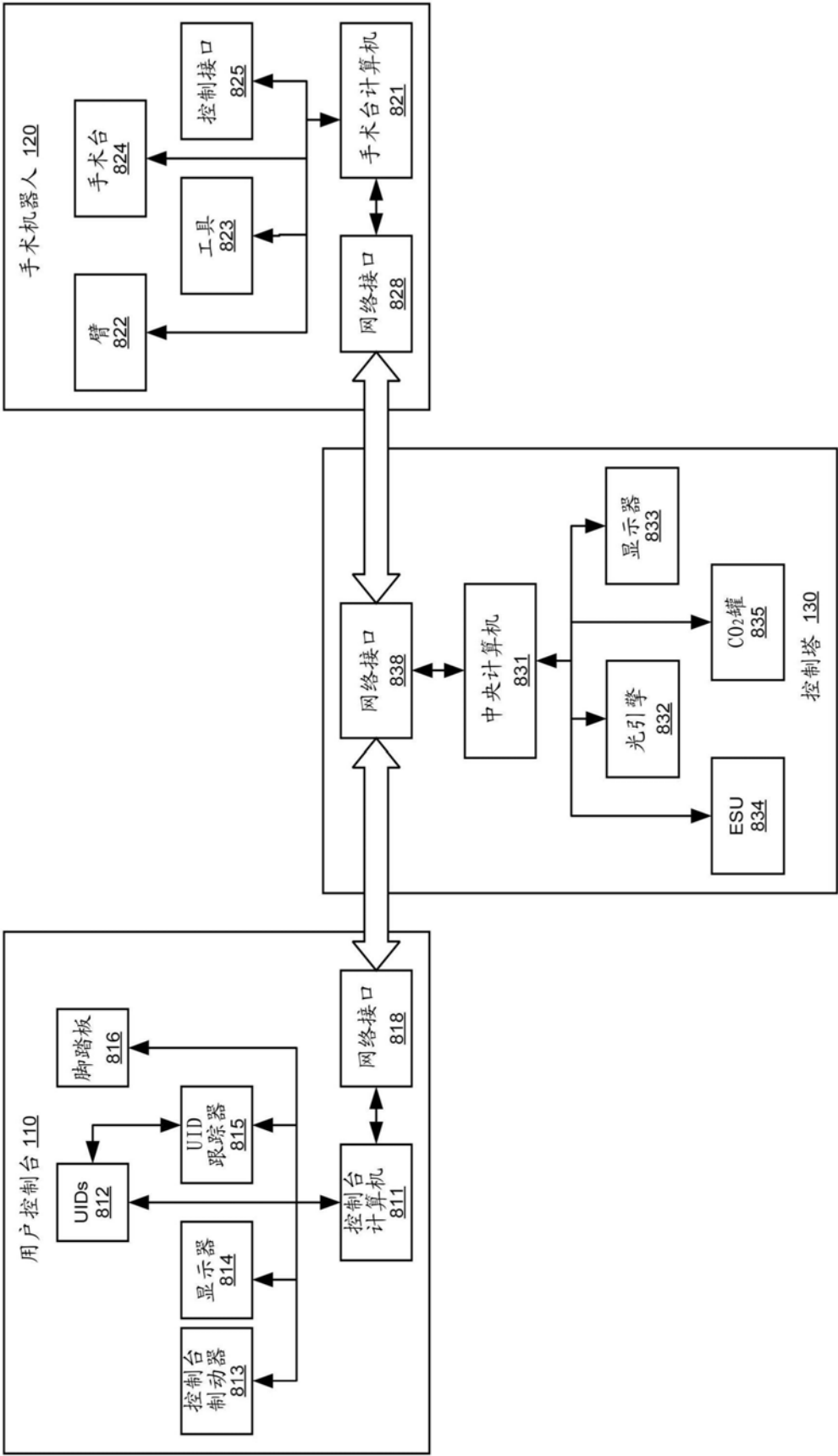


图8

专利名称(译)	手术机器人系统		
公开(公告)号	CN111134849A	公开(公告)日	2020-05-12
申请号	CN201811588152.2	申请日	2018-12-25
[标]发明人	P E 加西亚基尔罗伊 A 巴霍 J 萨瓦尔		
发明人	P.E.加西亚基尔罗伊 K.S.凯尼格 A.巴霍 R.T.威格斯 J.萨瓦尔 E.M.约翰逊		
IPC分类号	A61B34/37 A61B34/00		
CPC分类号	A61B1/00149 A61B34/25 A61B2017/00216 A61B2017/00424 A61B2034/2048 A61B2034/2051 A61B2034/2055 A61B2034/2065 A61B2034/252 A61B2034/256 A61B2034/258 A61B2090/372 A61B2090/502 A61G13/00 A61B1/00045 A61B1/313 A61B34/20 A61B34/37 A61B2017/00199 A61B2090/571 A61G13/08 A61G13/101		
代理人(译)	王珊珊		
优先权	62/754869 2018-11-02 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

公开了手术机器人系统，包括手术台、多个机械臂和手术器械、用户控制台以及控制塔。多个机械臂安装在手术台上，并可以在手术台下折叠收起用于存储。用户控制台具有一个或多个用户接口设备，其担当用于控制多个手术器械的主设备。

