



MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

of the mechanical arm (21) to move in a linked manner, such that the distal end of the mechanical arm (21) reaches the target pose corresponding to the first target pose information, and controlling, according to the respective pieces of second target pose information, respective joint assemblies of a corresponding manipulator (31) to move in a linked manner, such that the corresponding controlled distal instruments (34) remain at current positions and/or poses (S3). The surgical robot can adjust a distal end of a mechanical arm (21) while maintaining the current poses of respective controlled distal instruments (34).

(57) 摘要: 一种手术机器人及其末端器械(34)的控制方法、控制装置, 控制装置用于执行获取在第一坐标系的机械臂(21)远端的第一目标位姿信息及各受控末端器械(34)的当前位姿信息(S1); 在机械臂(21)远端到达第一目标位姿信息对应的目标位姿的条件下, 换算各受控末端器械(34)的当前位姿信息获得在第二坐标系的第二目标位姿信息(S2); 根据第一目标位姿信息控制机械臂(21)中各关节组件(210~214)联动使机械臂(21)远端到达与第一目标位姿信息对应的目标位姿, 并根据各第二目标位姿信息控制相应操作臂(31)中各关节组件联动使相应受控末端器械(34)保持当前位置及/或姿态(S3)。手术机器人能够在调整机械臂(21)远端的同时保持各受控末端器械(34)的当前位姿不变。

## 说明书

**发明名称：**手术机器人及其末端器械的控制方法、控制装置

本申请要求于 2019 年 09 月 10 日提交中国专利局、申请号为 CN 2019108541118.3、申请名称为“手术机器人及其末端器械的控制方法、控制装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

### 技术领域

本申请涉及微创手术医疗器械领域，特别是涉及一种手术机器人及其末端器械的控制方法、控制装置。

### 背景技术

微创手术是指利用腹腔镜、胸腔镜等现代医疗器械及相关设备在人体腔体内部施行手术的一种手术方式。相比传统手术方式微创手术具有创伤小、疼痛轻、恢复快等优势。

随着科技的进步，微创手术机器人技术逐渐成熟，并被广泛应用。微创手术机器人通常包括主操作台及从操作设备，主操作台包括手柄，医生通过操作手柄向从操作设备发送控制命令，从操作设备包括机械臂及安装于机械臂远端的多个操作臂，操作臂具有末端器械，在工作状态时，末端器械跟随手柄移动，以实现远程手术操作。

手术过程中，调整机械臂远端往往会带着具有末端器械的操作臂一起移动，而末端器械中尤其是操作末端器械这样的类型，其位置及/或姿态的变化容易对患者造成不适或意外创伤的安全性问题。

### 发明内容

基于此，有必要提供一种在手术过程中安全且易于调整机械臂的手术机器人中末端器械的控制方法，及基于该方法的控制装置、计算机可读存储介质和手术机器人。

一方面，提供一种手术机器人中末端器械的控制方法，所述手术机器人包括机械臂，所述机械臂远端装设有一个以上具有末端器械的操作臂，所述末端器械中有一个以上被配置为受控末端器械，所述控制方法包括如下步骤：获取所述机械臂远端在第一坐标系的第一个目标位姿信息及各所述受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息，第一坐标系指所述机械臂的基坐标系；在所述机械臂远端到达所述第一个目标位姿信息对应的目标位姿的条件下，分别换算各所述受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息获得相应所述受控末端器械在第二坐标系的第二个目标位姿信息，第二坐标系指所述机械臂的工具坐标系；根据所述第一个目标位姿信息控制所述机械臂中各关节组件联动以使所述机械臂远端到达与所述第一个目标位姿信息对应的目标位姿，并分别根据各所述第二个目标位姿信息控制相应所述操作臂中各关节组件联动使相应所述受控末端器械保持当前位置及/或姿态不变。

其中，在获取各受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息的步骤之前，包括：获取操作人员输入的选择指令，并根据所述选择指令从所述末端器械中选择一个以上作为所述受控末端器械。

其中，在换算各所述受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息获得相应所述受控末端器械在第二坐标系的第二个目标位姿信息的步骤之后，包括：判断各所述第二个目标位姿信息是否均为有效；如果判断均为有效，进入根据所述第一个目标位姿信息控制所述机械臂中各关节组件联动以使所述机械臂远端到达与所述第一个目标位姿信息对应的目标位姿，并分别根据各所述第二个目标位姿信息控制相应所述操作臂中各关节组件联动使相应所述受控末端器械保持当前位置及/或姿态不变的步骤。

其中，在判断各所述第二个目标位姿信息是否均为有效的步骤之中，包括：对各所述第二个目标位姿信息是否有效进行判断，并分别获取相应的判断结果；根据获取的判断结果判断各所述第二个目标位姿信息是否均为有效。

其中，在对各所述第二个目标位姿信息是否有效进行判断的步骤之中，包括：对各所述第二个目标位姿信息进行解析，以分别获取对应的各所述操作臂

中各关节组件的目标运动状态参数；将各所述操作臂中各关节组件的目标运动状态参数分别与所述操作臂中各关节组件的运动状态阈值进行比较；如果相应所述操作臂中各关节组件的目标运动状态参数均未超过所述操作臂中各关节组件的运动状态阈值，判断相应所述第二目标位姿信息为有效；否则，判断相应所述第二目标位姿信息为无效。

其中，所述运动状态参数包括位置参数、速度参数及加速度参数，所述运动状态阈值包括位置参数阈值、速度参数阈值及加速度参数阈值。

其中，在获取机械臂远端在第一坐标系的第一目标位姿信息的步骤之中，包括：获取所述机械臂远端的任务自由度的配置信息；根据所述机械臂远端的任务自由度的配置信息获取所述机械臂远端在第一坐标系的、且关联于相应任务自由度的第一目标位姿信息。

其中，所述机械臂远端的任务自由度的配置信息关联于位置信息及/或姿态信息。

其中，在获取各受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息的步骤之中，包括：获取各所述受控末端器械的任务自由度的配置信息；根据各所述受控末端器械的任务自由度的配置信息获取各受控末端器械在第一坐标系的、且关联于相应任务自由度的当前位姿信息。

其中，所述受控末端器械被配置为两个以上时，各所述受控末端器械的任务自由度的配置信息是相同的，所述任务自由度的配置信息关联于位置自由度及/或姿态自由度。

其中，在获取机械臂远端在第一坐标系的第一目标位姿信息的步骤之中，包括：获取施加于所述机械臂上用以拖动所述机械臂远端运动的外力的六维力/力矩矢量；将所述外力的六维力/力矩矢量解析为所述机械臂远端在第一坐标系的增量位姿信息；获取所述机械臂远端在第一坐标系的当前位姿信息；根据所述机械臂远端在第一坐标系的增量位姿信息及当前位姿信息计算出所述第一目标位姿信息。

其中，在获取机械臂远端在第一坐标系的第一目标位姿信息的步骤之中，

包括：获取运动输入设备输入的运动信息；将所述运动信息解析为所述机械臂远端在第一坐标系的增量位姿信息；获取所述机械臂远端在第一坐标系的当前位姿信息；根据所述机械臂远端在第一坐标系的增量位姿信息及当前位姿信息计算出所述第一目标位姿信息。

其中，在获取机械臂远端在第一坐标系的第一目标位姿信息及各所述受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息的步骤之前，包括：获取描述所述机械臂及装设于所述机械臂远端且具有所述受控末端器械的所述操作臂的结构特征的描述信息，并根据所述描述信息生成模拟所述机械臂及相应所述操作臂的结构模型图像。

其中，在对各所述第二目标位姿信息是否有效进行判断，并分别获取相应的判断结果的步骤之后，包括：改变所述模型图像中第二目标位姿信息被判断为无效的相应所述受控末端器械对应的所述操作臂的色彩。

另一方面，提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被配置为由一个以上的处理器执行实现如上述任一项实施例所述的控制方法的步骤。

另一方面，提供一种手术机器人中末端器械的控制装置，包括：存储器，用于存储计算机程序；处理器，用于加载并执行所述计算机程序；其中，所述计算机程序由所述处理器加载并执行实现如上述任一项实施例所述的控制方法的步骤。

另一方面，提供一种手术机器人，包括：机械臂；装设于所述机械臂远端的一个以上的具有末端器械的操作臂，所述末端器械包括图像末端器械及/或操作末端器械；及控制装置；所述控制装置用于执行实现如上述任一项实施例所述的控制方法的步骤。

本申请具有如下有益效果：

根据机械臂远端在第一坐标系的第一目标位姿信息及各受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息计算出各受控末端器械在第二坐标系的第二目标位姿信息，进而利用机械臂远端的第一目标位姿信息及各受控末端器械的第

二目标位姿信息控制它们联动，能够在调整机械臂远端的同时保持各受控末端器械的当前位姿不变，其使用方便、安全。

### 附图说明

图 1 为本申请手术机器人一实施例的结构示意图；

图 2 为图 1 所示手术机器人的局部示意图；

图 3 为图 1 所示手术机器人的局部示意图；

图 4 为本申请手术机器人的控制方法一实施例的流程图；

图 5 为本申请手术机器人一实施例使用状态下的简易示意图；

图 6 为本申请手术机器人的控制方法一实施例的流程图；

图 7 为本申请手术机器人的控制方法一实施例的流程图；

图 8 为本申请手术机器人的控制方法一实施例的流程图；

图 9 为图 1 所示手术机器人臂体机构中机械臂的原理示意图；

图 10 为本申请手术机器人的控制方法中对空间运动角度的解析示意图；

图 11 为本申请手术机器人的控制方法一实施例的流程图；

图 12 为本申请手术机器人的控制方法一实施例的流程图；

图 13 为本申请手术机器人的控制方法在一对一操作模式下的流程图；

图 14 为本申请手术机器人的控制方法在一对一操作模式下的操作示意图；

图 15 为本申请手术机器人的控制方法在二对一操作模式下一实施例的流程图；

图 16 为本申请手术机器人的控制方法在二对一操作模式下的操作示意图；

图 17 为本申请手术机器人的控制方法一实施例的流程图；

图 18 为本申请手术机器人的控制方法一实施例的流程图；

图 19 为本申请手术机器人的控制方法在二对一操作模式下另一实施例的操作示意图；

图 20 为本申请手术机器人另一实施例的结构示意图。

### 具体实施方式

为了便于理解本申请，下面将参照相关附图对本申请进行更全面的描述。附图中给出了本申请的较佳实施方式。但是，本申请可以以许多不同的形式来实现，并不限于本文所描述的实施方式。相反地，提供这些实施方式的目的是使对本申请的公开内容理解的更加透彻全面。

需要说明的是，当元件被称为“设置于”另一个元件，它可以直接在另一个元件上或者也可以存在居中的元件。当一个元件被认为是“连接”另一个元件，它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。当一个元件被认为是“耦合”另一个元件，它可以是直接耦合到另一个元件或者可能同时存在居中元件。本文所使用的术语“垂直的”、“水平的”、“左”、“右”以及类似的表述只是为了说明的目的，并不表示是唯一的实施方式。本文所使用的术语“远端”、“近端”作为方位词，该方位词为介入医疗器械领域惯用术语，其中“远端”表示手术过程中远离操作者的一端，“近端”表示手术过程中靠近操作者的一端。在本申请中，“各”包括一个及以上。

除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本申请的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施方式的目的，不是旨在于限制本申请。本文所使用的术语“及/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

如图 1 至图 3 所示，其分别为本申请手术机器人一实施例的结构示意图，及其局部示意图。

手术机器人包括主操作台 1 及从操作设备 2。主操作台 1 具有运动输入设备 11 及显示器 12，医生通过操作运动输入设备 11 向从操作设备 2 发送控制命令，以令从操作设备 2 根据医生操作运动输入设备 11 的控制命令执行相应操作，并通过显示器 12 观察手术区域。其中，从操作设备 2 具有臂体机构，

臂体机构具有机械臂 21 及可拆卸地装设于机械臂 21 远端的操作臂 31。机械臂 21 包括依次连接的基座及连接组件，连接组件具有多个关节组件。操作臂 31 包括依次连接的连杆 32、连接组件 33 及末端器械 34，其中，连接组件 33 具有多个关节组件，操作臂 31 通过调节关节组件调节末端器械 34 的姿态；末端器械 34 具有图像末端器械 34A 及操作末端器械 34B。其中，机械臂 21 及/或操作臂 31 可跟随运动输入设备 11 运动。

例如，运动输入设备 11 可以通过连线与主操作台 1 连接，或通过旋转的连杆与主操作台 1 相连接。运动输入设备 11 可以被配置为手持式或穿戴式（常佩戴于手腕远端如手指或手掌处），其具有多个有效自由度。示例性的，该运动输入设备 11 被配置为图 3 所示的手柄形式。一种情况下，运动输入设备 11 的有效自由度的数量被配置为低于定义于臂体机构远端任务自由度的数量；另一种情况下，运动输入设备 11 的有效自由度的数量被配置为不低于臂体机构远端的任务自由度的数量。为了可以不受约束地跟随医生手部自由移动及转动，运动输入设备 11 示例性地被配置为具有 6 个有效自由度，其中，运动输入设备 11 的有效自由度指可跟随手部运动的有效自由度，令医生具有较大的操作空间，且可以通过对各有效自由度的解析产生更多有意义的信息，满足对几乎所有构型的机械臂 21 的控制。

该运动输入设备 11 跟随医生手部运动，实时采集手部运动造成的运动输入设备自身运动的运动信息。利用这些运动信息可以解析出位置信息、姿态信息、速度信息及加速度信息等。运动输入设备 11 包括但不限于磁导航定位传感器、光学定位传感器、或者连杆式主操作手等。

一实施例中，提供一种手术机器人中末端器械的控制方法。如图 4 所示，该控制方法包括如下步骤：

步骤 S1，获取机械臂远端在第一坐标系的第二目标位姿信息及各受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息。

该第一坐标系指机械臂的基坐标系。受控末端器械是指定的为保持当前位置及/或姿态不变而需要受到被动控制的末端器械。末端器械中还包括非受

控操作末端器，非受控末端器械是未指定的跟随机械臂远端运动而无需保持当前位置及/或姿态不变而不需要受到被动控制的末端器械。在步骤 S1 之前，包括获取操作人员输入的选择指令，并根据选择指令从末端器械中选择一个以上作为受控末端器械。当然，系统也可以默认一个以上（包括全部）的末端器械为受控末端器械。

步骤 S2，在机械臂远端到达第一目标位姿信息对应的目标位姿的条件下，分别换算各受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息获得相应受控末端器械在第二坐标系的第二目标位姿信息。

该第二坐标系指机械臂的工具坐标系。

步骤 S3，根据第一目标位姿信息控制机械臂中各关节组件联动以使机械臂远端到达与第一目标位姿信息对应的目标位姿，并分别根据各第二目标位姿信息控制相应操作臂中各关节组件联动使相应受控末端器械保持当前位置及/或姿态不变。

通过上述步骤 S1 ~ S3，即根据机械臂 21 远端在第一坐标系的第一目标位姿信息及各受控末端器械 34 在第一坐标系的当前位姿信息计算出各受控末端器械 34 在第二坐标系的第二目标位姿信息，进而利用机械臂 21 远端的第一目标位姿信息及各受控末端器械 34 的第二目标位姿信息控制它们联动，能够在调整机械臂 21 远端的同时保持各受控末端器械 34 的当前位姿不变，其使用方便、安全。

一实施例中，具体在步骤 S2 之中，示例性地可以通过如下公式计算出各受控末端器械 34 在第二坐标系的第二目标位姿信息：

公式(1):

$${}^T_{An}T = {}^B_T T^{-1} \bullet {}^B_{An}T$$

其中， ${}^T_{An}T$  是受控末端器械 An 在第二坐标系的第二目标位姿信息， ${}^B_T T^{-1}$  是机械臂远端在第一坐标系的当前位姿信息， ${}^B_{An}T$  是受控末端器械 An 在第一坐标系的第一目标位姿信息，B 是机械臂的基坐标系，T 是机械臂的工具坐标系。实质上，这个公式可以通过这样的文字描述来理解，即在机械臂 21 远端

到达机械臂 21 远端在第一坐标系的第二目标位姿信息对应的目标位姿的条件下, 换算受控末端器械 34 在第一坐标系的当前位姿信息获得该受控末端器械 34 在第二坐标系的第二目标位姿信息。

应当理解的是, 这里的推导主要是从原理方面着手进行分析论证的, 忽略了机械臂 21 及操作臂 31 各自关节组件的矩阵变换关系, 本领域技术人员根据该方法应当极其容易获得受控末端器械 34 在第二坐标系的第二目标位姿信息。

在如图 5 所示的单孔手术机器人一实施例使用状态下的简易示意图中, 机械臂 21 远端举例装设有 3 个具有操作末端器械 34B 的操作臂 31, 假设这三个操作臂 31 的操作末端器械 A1、A2 及 A3 均被配置为受控末端器械, 由于它们拥有共同的第一坐标系, 因此分别可以采用上述公式(1)生成各自的计算公式, 具体如下:

公式(2):

$${}^T_{A1}T = {}^B_T T^{-1} \cdot {}^B_{A1}T$$

公式(3):

$${}^T_{A2}T = {}^B_T T^{-1} \cdot {}^B_{A2}T$$

公式(4):

$${}^T_{A3}T = {}^B_T T^{-1} \cdot {}^B_{A3}T$$

进而, 根据公式(2)~(4)可以分别求解出受控末端器械 A1、A2 及 A3 在第二坐标系的第二目标位姿信息。

一实施例中, 继续参阅图 4, 在步骤 S2 之后, 包括:

步骤 S4, 判断各受控末端器械的第二目标位姿信息是否均为有效(即是否有效解)。

其中, 如果在判断得到各第二目标位姿信息均为有效时, 进入前述步骤 S3; 而如果在判断得到有一个以上的第二目标位姿信息为无效时, 进入步骤 S5。

步骤 S5, 结束控制。

也即，只有在计算出的各第二目标位姿信息均是有效解的情况下才被允许实现上述的联动控制目的。而在任何一个第二目标位姿信息没有有效解的情况下则通常不允许对机械臂 21 及操作臂 31 进行前述的联动控制。

在一些实施例中，也可以在上述步骤 S4 中，允许判断为有效的受控末端器械 34 在调节机械臂 21 时保持位置及/或姿态不变，而判断为无效的受控末端器械 34 跟随机械臂 21 运动。

在一些实施例中，也可以在多个第二目标位姿信息被判断为无效时，可以先调整其中一个为有效，然后根据被调整为有效的第二目标位姿信息及受控末端器械 34 在第一坐标系的当前位姿信息重新计算机械臂 21 在第一坐标系的第一目标位姿信息，之后，再根据调整后的机械臂 21 在第一坐标系的第一目标位姿信息及其余未调整的受控末端器械 34 在第一坐标系的当前位姿信息利用如上述公式 (1) 计算其各自在第二坐标系的第二目标位姿信息。可以重复上述步骤进行循环计算，直至计算出的各第二目标位姿信息均为有效；或者，可以设置重复上述步骤进行循环计算的次数，若仍不能满足各第二目标位姿信息均为有效，则结束控制。

一实施例中，如图 6 所示，具体在上述步骤 S4 之中，包括：

步骤 S41，对各受控末端器械的第二目标位姿信息是否有效分别进行判断。

步骤 S42，根据对各受控末端器械的第二目标位姿信息的判断结果来判断是否均为有效。

具体而言，如图 7 所示，在上述步骤 S41 之中，包括：

步骤 S411，对相应受控末端器械的第二目标位姿信息进行解析以获取其对应的操作臂中各关节组件的目标运动状态参数。

其中，该运动状态参数可以是位置参数、速度参数及/或加速度参数。其中，位置参数可以由相应的目标位姿信息直接解析得到，速度参数及/或加速度参数均可以由这些位置参数及产生这些位置参数所经过的时间计算得到，或者相应也可以借助速度传感器、加速度传感器测量得到。

步骤 S412, 将操作臂中各关节组件的目标运动状态参数分别与操作臂中各关节组件的运动状态阈值进行比较以确定相应第二目标位姿信息是否有效。

在控制机械臂 21 和操作臂 31 的联动过程考虑到平滑性和可靠性, 该运动状态参数通常所指为位置参数、速度参数及加速度参数, 那么在该步骤 S422 中, 具体即将相应操作臂 31 中每个关节组件的位置参数、速度参数及加速度参数分别与该相应关节组件的位置参数阈值、速度参数阈值及加速度参数阈值分别进行比较。当然, 在一些实施例中, 该运动状态参数还可指位置参数、速度参数及加速度参数中的一个或两个, 比如, 该运动状态参数仅包括位置参数。

通过将操作臂 31 各关节组件的运动状态参数与基于调整对象结构特征和性能参数及/或自定义设置的各关节组件的运动状态阈值进行逐一比较, 来确定操作臂 31 的第二目标位姿信息是否有效, 能够有效保护操作臂 31, 提高其使用寿命。示例性的, 即使通过比较调整对象中各关节组件的位置参数 (即运动行程) 在其相应关节组件的位置参数阈值 (即运动行程范围) 以内, 然而其速度参数及/或加速度参数超过速度参数阈值及/或加速度参数阈值, 反映了其调节速度过快及/或速度变化过快, 进而有可能影响安全使用而被判定为无效。

其中, 如果操作臂 31 中各关节组件的目标运动状态参数均未超过操作臂 31 中各关节组件的运动状态阈值, 则判断该第二目标位姿信息为有效; 而如果操作臂 31 中各关节组件的目标运动状态参数中有一项以上超过操作臂 31 中各关节组件的运动状态阈值, 则判断该第二目标位姿信息为无效。

值得注意的是, 在某些使用场景下, 机械臂 21 运动时, 需要确保机械臂 21 运动时使机械臂 21 远端绕不动点 (远端运动中心, Remote Center of Motion) 运动, 即做 RCM 约束运动, 具体可以通过对机械臂远端的任务自由度进行设置来确保实现, 该任务自由度仅与姿态自由度相关。

该不动点与机械臂远端具有一个相对固定的位置关系。根据具体的控制

目的，一些实施例中第二坐标系的原点可以是该不动点，其他实施例中第二坐标系的原点也可以是机械臂远端上的某一点。

可以在机械臂 21 远端与操作臂 31 连接处设置与处理系统连接的检测单元，该检测单元用于在穿刺器可靠连接于机械臂 21 远端时产生令机械臂 21 远端绕不动点运动的触发信号。处理系统在检测到触发信号时自动设置相应任务自由度以控制机械臂 21 远端进行 RCM 约束运动。当然，也可以由医生等操作人员通过主动设置相应任务自由度以控制机械臂 21 远端进行 RCM 约束运动。此外，该触发信号也可以由操作人员通过输入装置如按钮输入。

另外，根据设定，操作臂 31 远端也可以具有不动点，操作臂 31 的不动点不同于机械臂 21 的不动点，操作臂 31 所具有的末端器械 34 经配置也可以绕操作臂 31 的不动点运动，即进行 RCM 约束运动。

根据对机械臂远端及/或操作臂远端任务自由度的配置，可以对机械臂远端及/或操作臂远端进行 RCM 约束控制，以适用于多种使用场景。

一实施例中，处理系统经配置可选择性地控制受控末端器械 34 保持位置不变及/或姿态不变。处理系统具体对受控末端器械 34 进行何种控制可以根据医生输入的控制指令来进行选择。该控制指令实质上体现了医生对受控末端器械 34 的任务自由度所进行的配置。

上述对于机械臂 21 及各操作臂 31 的控制可以在缺少视野也即缺少具有图像末端器的操作臂 31 的情况下进行。更优地，上述的控制可以在存在装设于机械臂 21 远端的具有图像末端器械 34A 的操作臂 31 的情况下进行，且这也与实际手术过程更相符合。通常，该方法不需要对具有图像末端器械 34A 的操作臂 31 进行如上述相同原理的控制，而是让该具有图像末端器械 34A 的操作臂 31 直接跟随机械臂 21 远端的运动而运动，这样可以让医生能够非常直观地观察到由于机械臂 21 被调整而导致的视野的变化，也即，医生可以通过控制机械臂 21 远端运动而调整视野，并利用该视野对具有受控操作末端器械 34B 的操作臂 31 进行安全、准确地控制。在一些实施例中，由于调整图像末端器械 34A 的同时可以保持各受控操作末端器械 34B 位姿不变，通过间

歇性先后分别对图像末端器械 34A 及对各受控操作末端器械 34B 进行调整，可以起到便利地扩大手术操作空间的作用。

一实施例中，假设只可以对操作末端器械 34B 进行如上宗旨的控制而让图像末端器械 34A 跟随机械臂 21 远端移动以提供实时变化的视野，也即只可以将操作末端器械 34B 配置为上述的受控末端器械的情况下，在上述步骤 S1 之前，包括：

识别装设于机械臂远端的各操作臂所具有的末端器械的类型，并在识别出相应操作臂具有受控操作末端器械之后，进入步骤 S1。

具体而言，需要在操作臂 31 安装于机械臂 21 远端时先获取相应操作臂 31 的描述信息，该描述信息包括其上所设置的末端器械 34 的类型信息；之后，再根据获取的这些描述信息来识别出具有受控操作末端器械 34B 的操作臂 31，据此进入步骤 S1，以自动对具有受控操作末端器械 34B 的操作臂 31 进行本申请期望实现的目的那样的控制。其中，该描述信息通常还包括操作臂 31 的连杆参数。处理系统对于该描述信息的获取举例可以通过数据接口或感应装置来实现，相应的，这些描述信息存储于操作臂 31 的芯片（包括存储器、电子标签等）中。

一实施例中，具体在上述步骤 S1 中，对于如何获取各受控末端器械 34 在第一坐标系的当前位姿信息举例可以通过获取相应操作臂 31 各关节组件的关节角等信息并利用正运动学求解出来。

一实施例中，具体在上述步骤 S1 中，对于如何获取机械臂 21 远端的第一目标位姿信息可以通过如图 8 所示的步骤进行：

步骤 S11，获取医生对机械臂的操作信息，并将操作信息解析并映射为机械臂远端在第一坐标系的增量位姿信息。

其中，该操作信息可以是由医生施加于机械臂远端以拖动机械臂远端运动的外力所产生的外力信息（如六维力/力矩矢量）；或者，该操作信息可以是运动输入设备 11 遥操作机械臂远端运动输入的其自身的运动信息。

步骤 S12，获取机械臂远端在第一坐标系的当前位姿信息。

步骤 S13, 根据机械臂远端在第一坐标系的增量位姿信息及当前位姿信息计算出其目标位姿信息。

应当理解的是, 上述步骤 S11 ~ S13 所记载的方法同样适合对各操作臂 31 进行遥操作, 比如可以让机械臂 21 不动, 而只控制操作臂 31 运动; 或者将机械臂 21 和操作臂 31 视为一串联结构的臂体机构而进行整体控制。这两种示例实现与本申请不同的发明目的。

本申请主要以操作信息为运动信息为例进行详细说明。

进而上述步骤 S11 具体为:

获取运动输入设备输入的运动信息, 并将运动信息解析并映射为机械臂远端在第一坐标系的增量位姿信息。

该步骤主要是对前后时刻的运动信息进行解析, 该前后时刻可以是前后相邻的时刻, 或前后相间隔一定时长的时刻。一种方式中, 通过计算出后一时刻的运动信息相对于前一时刻的运动信息在固定坐标系的位姿变化, 即增量位姿信息。然后将固定坐标系的增量位姿信息映射为末端器械 34 在参考坐标系的增量位姿信息。示例性的, 该固定坐标系举例可以定义在显示器处, 当然, 该固定坐标系也可以定义在手术机器人中其它部位, 该部位至少在工作时不可动。其中, “映射” 表示一种对应转换的关系。

进而上述步骤 S12 可以包括:

首先, 获取机械臂各关节组件的位置信息。具体可通过装设于关节组件处的位置传感器如编码器获取相应的位置信息。在以图 1 及图 9 示意的实施例中, 该机械臂 21 具有 5 个自由度, 借助各位置传感器能够采集到这样一组位置信息 ( $d_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5$ )。

然后, 根据各关节组件的位置信息计算出机械臂的当前位姿信息。其中, 通常可以结合正运动学来进行计算。建立机械臂 21 的不动点 (即 C 点处, 机械臂 21 的工具坐标系的原点在不动点上) 至机械臂 21 的基座的运动学模型, 输出 C 点与基座的模型转换矩阵  ${}^0_cT$ 。计算方法为  ${}^0_cT = {}^0_1T_1 {}^1_2T_2 {}^2_3T_3 {}^3_4T_4 {}^4_cT$ 。

根据 C 点与基座的模型转换矩阵  ${}^0_cT$ , 获取 C 点在固定坐标系的位姿信息。

假设在不改变 C 点位置的情况下，旋转 C 点的坐标系，使其达到模型转换矩阵所描述的姿态，可得到旋转轴角度 $[\theta_{x0}, \theta_{y0}, \theta_{z0}]$ ，如图 10 所示。 $\theta_{x0}$  为滚动角， $\theta_{y0}$  为偏航角， $\theta_{z0}$  为俯仰角，而在图 9 所示的机械臂 21 中，缺乏滚动角的自由度进而实际上  $\theta_{x0}$  不可调。

一实施例中，如图 11 所示，可以通过位置控制方法实现机械臂 21 远端和受控末端器械 34 的联动。具体而言，在步骤 S3 之中，包括：

步骤 S31，根据臂体机构的目标位姿信息计算出臂体机构各关节组件的目标位置信息。

其中，通常可以结合逆运动学来进行计算。

步骤 S32，根据各关节组件的目标位置信息控制臂体机构各关节组件联动以使臂体机构远端运动至目标位姿。

应当理解的是，这里的臂体机构可以是机械臂 21 及/或操作臂 31，对于机械臂 21 和操作臂 31 均按照步骤 S31 ~ S32 进行。

进一步地，如图 12 所示，为了反映对于臂体机构的主动控制是医生的真实意图，可以在步骤 S1 之前，进行：

步骤 S100，检测是否获取到开始主动控制的启动命令。

其中，该启动命令可以由主动控制开关输入。在检测获取到该启动命令之后进入上述的步骤 S1。

并且，在步骤 S3 之后，进行：

步骤 S101，检测是否获取到停止主动控制的结束命令。

其中，该结束命令同样可以由该主动控制开关输入。在检测获取到该结束命令之后，结束对臂体机构的控制；否则，重新进入到步骤 S1 ~ 步骤 S101。

上述的主动控制开关可被配置为脚踏开关，按键开关，主操作手开关等。

进一步地，为了更加贴合医生对于臂体机构的主动控制的真实意图，可以在步骤 S1 之前，进行：

检测手术机器人是否处于医生的操作状态中。

该步骤可以通过在主操作台设置检测头部是否贴近的接近开关来实现。

在贴近开关检测到头部靠近后，满足启动条件，进入步骤 S1。或者，也可以通过设置语音识别模块，根据医生的启动语音指令来确认启动，从而进入步骤 S1。

一实施例中，可以为机械臂 21 远端和各受控末端器械 34 分别进行任务自由度的配置以生成配置信息，且各受控末端器械 34 的任务自由度的配置信息通常被配置为相同。

对于机械臂 21 远端的任务自由度的配置可被理解为使能功能，即允许机械臂 21 远端运动的自由度。举例可以在前述步骤 S11 中，结合机械臂 21 远端的任务自由度的配置信息对操作信息（即外力信息或运动信息）进行解析并映射为机械臂 21 在第一坐标系的增量位姿信息，其中，任务自由度由操作人员根据使用场景进行设定，即操作人员根据需求设定机械臂远端可调节的位置及/或姿态。

而对于受控末端器械 34 的任务自由度的配置可被理解为禁用功能，即禁止末端器械 34 可以运动的自由度，结合前文，通过该配置可以保持受控末端器械 34 的位置及/或姿态不变。举例可以在前述步骤 S12 中，结合受控末端器械 34 的任务自由度的配置信息分别计算出各第二目标位姿信息。

应当理解的是，在其它实施例中，比如，在前文所描述的间歇性先后控制机械臂 21 及操作臂 31 运动的情况下，尤其是单独对各操作臂 31 进行遥操作时，可以重新为各受控末端器械 34 配置相同或不同的任务自由度，以实现不同的发明目的，此时，为了确保安全，通常要求医生在具有视野的条件下来对这些操作臂 31 进行遥操作。

上述对于机械臂 21 远端及末端器械 34 的任务自由度的配置，举例可以由医生自由地配置，比如通过预先生成的含有可供配置的任务自由度的人机交互界面来设置。

具体而言，臂体机构（机械臂 21 及/或操作臂 31）远端的任务自由度可被理解为臂体机构远端在笛卡尔空间允许运动的自由度，其至多为 6 个。臂体机构远端在笛卡尔空间实际具有的自由度为有效自由度，臂体机构远端的

有效自由度与其构型（即结构特征）相关，臂体机构远端的有效自由度可被理解为臂体机构远端在笛卡尔空间内可实现的自由度。末端器械 34 可供配置的任务自由度与机械臂 21 及操作臂 31 总的有效自由度相关联，该机械臂 21 和操作臂 31 可以视为一个串联臂体机构，两者共同作用以提供可供末端器械 34 配置的任务自由度，其同样至多为 6 个。臂体机构远端的任务自由度的配置信息即为配置臂体机构远端被允许在哪些自由度进行运动。

对于臂体机构远端的任务自由度的配置信息的利用，在步骤 S11 可以被解释成在解析时利用，或者在映射时利用。比如其被配置为允许位姿信息中的  $[x,y,z]$  这三个自由度运动，无论以何种形式被利用，主要是在最后的目标位姿信息中得到体现，即  $[x,y,z]$  这三个自由度跟随操作信息如运动信息或外力信息变化， $[\alpha, \beta, \gamma]$  这三个自由度并不跟随运动信息或外力信息变化。其中， $x$  为水平移动任务自由度、 $y$  为竖直移动任务自由度、 $z$  为前后移动任务自由度、 $\alpha$  为偏航角任务自由度、 $\beta$  为俯仰角任务自由度、及  $\gamma$  为滚动角任务自由度。

在如图 9 所示的机械臂 21 中，机械臂 21 的有效自由度包括  $[x,y,z, \alpha, \beta]$ ，根据机械臂 21 中关节组件 210 ~ 214 的结构特性，其在滚动角  $\gamma$  上不具备自由度，连接于机械臂 21 远端且用于安装和驱动具有末端器械 34 的操作臂 31 的动力机构 22 的任务自由度从机械臂 21 的有效自由度中进行选择：

若配置动力机构 22 的任务自由度（即机械臂 21 远端的任务自由度）的配置信息为  $[x,y,z, \alpha, \beta]$ ，则动力机构 22 的任务自由度的配置信息与机械臂 21 的有效自由度的信息完全匹配，此时对动力机构 22 进行的是自由控制，能够控制动力机构 22 大范围移动以适应手术室布置；

若配置动力机构 22 的任务自由度的配置信息为  $[x,y,z, \alpha]$  或  $[x,y,z]$  等时，则动力机构 22 的任务自由度的配置信息包含于机械臂 21 的有效自由度的信息内、且不完全匹配，在控制动力机构 22 时，只可以在  $[x,y,z, \alpha]$  或  $[x,y,z]$  这几个对应的自由度进行调节，此时对动力机构 22 进行的是约束控制，能够在限定的范围内对动力机构 22 进行控制。

尤其是，若配置动力机构 22 的任务自由度的配置信息为只包括  $[\alpha, \beta]$

时，这属于约束控制中的 RCM 约束控制，即绕远程运动中心（即不动点）运动，只可以对偏航角和俯仰角进行调节，能够满足手术过程中的微调。

当然，若机械臂 21 的有效自由度的信息包括 $[x, y, z, \alpha, \beta, \gamma]$ ，通过对动力机构 22 的任务自由度的配置，RCM 约束控制可总共包括仅对偏航角、仅对俯仰角、仅对滚动角、对偏航角和俯仰角、对偏航角和滚动角、对俯仰角和滚动角、和对偏航角、俯仰角及滚动角进行调节的这多种类型。

在一种配置中，若动力机构 22 的任务自由度的配置信息只部分包含于机械臂 21 的有效自由度的信息中，一种较佳的选择是提示配置错误的信息，另一种选择是可以仅允许包含于机械臂 21 的有效自由度的信息的部分自由度可调。仍以图 9 所示的机械臂 21 为例，若动力机构 22 的任务自由度的配置信息为 $[y, z, \alpha, \beta, \gamma]$ 或 $[x, y, z, \alpha, \beta, \gamma]$ ，一方面可以提示配置错误的信息，另一方面可以允许 $[y, z, \alpha, \beta]$ 或 $[x, y, z, \alpha, \beta]$ 中进行相应的自由度的调节。这可以根据实际需要进行配置。

手术机器人可以提供一个或多个运动输入设备 11。一实施例中，手术机器人提供两个运动输入设备 11。为便于操作，两个运动输入设备 11 提供给两个手来操作，可以是一个人操作，也可以是两个人操作。机械臂 21 可选择性地跟随一个运动输入设备或两个运动输入设备运动，也即机械臂 21 可以跟随该两个运动输入设备 11 中的任一个或两个运动，定义一对一操作模式为用一个运动输入设备 11 来控制一个机械臂 21 运动，定义二对一操作模式为用两个运动输入设备 11 来一起控制一个机械臂 21 运动。在控制一个机械臂 21 运动时，可以选择采用一对一操作模式或二对一操作模式。对于一对一操作模式而言，可以进一步选择采用哪一个运动输入设备来进行控制。

一实施例中，对于一对一操作模式，举例可以通过公式 $P_n = KP_n$ 获得相应被选择操作的一个运动输入设备 11 在第 n 时刻的位姿信息 P，其中，K 是比例系数，通常， $K > 0$ ，更佳的， $1 \geq K > 0$ ，以实现位姿的缩放，便于控制。

一实施例中，对于二对一操作模式，举例可以通过公式 $P_n = K_1 P_{nL} + K_2 P_{nR}$ 获得相应被选择操作的两个运动输入设备 11 在第 n 时刻的位姿信息 P，其中，

$K_1$  和  $K_2$  分别表示不同运动输入设备 11 的比例系数, 通常,  $K_1 > 0$ ,  $K_2 > 0$ ; 更佳的,  $1 \geq K_1 > 0$ ,  $1 \geq K_2 > 0$ 。

计算某前后时刻一对一操作模式或二对一操作模式对应的运动输入设备 11 的增量位姿信息  $\Delta p_{n\_n-1}$  时, 根据如下公式计算即可:

$$\Delta p_{n\_n-1} = P_n - P_{n-1}$$

当然, 通常可以结合机械臂 21 远端的任务自由度来实现固定坐标系的增量位姿信息到机械臂 21 远端在第一坐标系的增量位姿信息的映射。

在一实施例中, 如图 13 和图 14 所示, 对于一对一操作模式而言, 获取运动输入设备输入的运动信息, 并将运动信息解析并映射为机械臂远端在第一坐标系的增量位姿信息的步骤包括:

步骤 S111, 获取前一时刻运动输入设备的第一位姿信息。

步骤 S112, 获取后一时刻运动输入设备的第二位姿信息。其中, 后一时刻通常可以被理解为当前时刻, 而随着时间的变化, 这里的后一时刻又相对成为更后一时刻的前一时刻。步骤 S111 及步骤 S112, 获取的均是被选择用于一对一操作模式的运动输入设备输入的位姿信息。

步骤 S113, 根据运动输入设备的第一位姿信息、第二位姿信息计算获取运动输入设备在固定坐标系的增量位姿信息。

步骤 S114, 将运动输入设备在固定坐标系的增量位姿信息映射为机械臂远端在第一坐标系的增量位姿信息。

增量位姿信息增量位姿信息在一实施例中, 结合图 15 和图 16 参阅, 对于二对一操作模式而言, 获取运动输入设备输入的运动信息, 并将运动信息解析并映射为机械臂远端在第一坐标系的增量位姿信息的步骤包括:

步骤 S111', 分别获取前一时刻两个运动输入设备各自的第一位姿信息。

步骤 S112', 分别获取后一时刻两个运动输入设备各自的第二位姿信息。

步骤 S113', 结合比例系数及两个运动输入设备各自的第一位姿信息、第二位姿信息计算获取两个运动输入设备在固定坐标系的增量位姿信息。

其中, 对于步骤 S113', 具体可通过如下步骤实现:

计算一运动输入设备的第一位姿信息和第二位姿信息在固定坐标系的增量位姿信息，并计算另一运动输入设备的第一位姿信息和第二位姿信息在固定坐标系的增量位姿信息；

结合比例系数计算一运动输入设备在固定坐标系的增量位姿信息和另一运动输入设备在固定坐标系的增量位姿信息分别得到该两个运动输入设备在固定坐标系的增量位姿信息。

步骤 S114'，将该两个运动输入设备在固定坐标系的增量位姿信息映射为机械臂远端在第一坐标系的增量位姿信息。

其中，在二对一操作模式种，示例性的，该比例系数  $K_1$  和  $K_2$  均取值为 0.5，则获取的增量位姿信息表示的是该两个运动输入设备之间连线的中心点的增量位姿信息。根据实际情况，可以对  $K_1$  和  $K_2$  进行另外的赋值。

进一步地，若需结合机械臂 21 远端的任务自由度的配置信息进行考虑。一方面，可以在步骤 S113（或步骤 S113'）中仅获取运动输入设备 11 与机械臂 21 远端的任务自由度相关联的自由度的位姿信息，然后进行步骤 S114（或步骤 S114'）。另一方面，也可以在步骤 S113（或步骤 S113'）中获取运动输入设备全部有效自由度的位姿信息，但在步骤 S114（或步骤 S114'）中将固定坐标系的增量位姿信息中与机械臂 21 远端的任务自由度相关联的自由度的位姿信息映射为机械臂 21 远端在第一坐标系的增量位姿信息，而保持与机械臂 21 远端的任务自由度不相关联的自由度的位姿信息。

一实施例中，可以在实现步骤 S114 或步骤 S114' 之中，进行如下步骤：

根据获取到的增量位姿信息中所包含参数的类型（跟任务自由度相关）的不同，对不同参数进行不同方式的修正。如通过设置不同的修正系数来对不同参数的参数进行修正，修正前后的参数可表示为乘除的关系；或可设置不同的补偿值来对不同参数的参数进行修正，修正前后的参数可表示为加减的关系；或者，可以结合设置修正系数和补偿值的方式共同对不同参数的参数进行修正，修正前后的参数可表示为包括乘除和加减的关系。

对不同参数进行不同方式的修正的步骤可以在步骤 S111 ~ S114（步骤

S111' ~ S114') 之间的任意步骤内进行。例如可建议在步骤 S114 (或步骤 S114') 中进行。该步骤能够更准确地反映医生的操作意图降低误操作的影响, 并且能够对由于手部灵活性因素造成的部分转动角度不可达的问题进行补偿, 实现任意角度可调。

值得注意的是, 由于一对一操作模式和二对一操作模式在习惯或灵活性上有所不同, 即使采用相同的修正方式对增量位姿信息中不同类型的参数进行修正, 可以为这两种操作模式设置不同的修正系数及/或补偿值。

一对一操作模式和二对一操作模式均适用于机械臂远端不同任务自由度的情况。而从便捷性和准确性的角度考虑, 一对一操作模式比较适合于机械臂远端任务自由度较多 (如 4 任务自由度以上) 的情况, 二对一操作模式比较适合于机械臂远端任务自由度较少 (如 3 任务自由度以内) 的情况。

比如, 采用二对一操作模式时, 可便捷准确地进行 RCM 约束控制, 此时只需要解析运动信息所包含的位置信息并映射为机械臂 21 的姿态信息即可, 易于利用该两个运动输入设备 11 进行控制。

举例而言, 可以将两个运动输入设备 11 在水平方向上的平移运动信息解析并映射为机械臂 21 在第一坐标系的偏航角增量信息, 将两个运动输入设备 11 在竖直方向上的平移运动信息解析并映射为机械臂 21 在第一坐标系的俯仰角增量信息, 将两个运动输入设备 11 在任意平面如竖直平面上的转动运动信息解析并映射为机械臂 21 在第一坐标系的滚动角增量信息, 示例性的, 如图 17 所示, 该两个运动输入设备 11 在固定坐标系的水平移动增量信息、竖直移动增量信息及转动增量信息可通过如下步骤进行:

步骤 S231, 分别获取前一时刻两个运动输入设备各自的第一位置信息。

步骤 S232, 分别获取后一时刻两个运动输入设备各自的第二位置信息。

步骤 S233, 结合比例系数及两个运动输入设备各自的第一位置信息、第二位置信息计算获取两个运动输入设备在固定坐标系的水平移动增量信息、竖直移动增量信息及转动增量信息。

其中, 在步骤 S233 中, 固定坐标系的水平移动增量信息和竖直移动增量

信息可以参照前文方法计算获取，而固定坐标系的转动增量信息举例可以通过如下方式计算获取，具体如图 18 及图 19 所示：

步骤 S2331，建立前一时刻两个运动输入设备之间的第一位置向量。

步骤 S2332，建立后一时刻两个运动输入设备之间的第二位置向量。

步骤 S2333，结合比例系数计算第一位置向量与第二位置向量之间的夹角进而获取该两个运动设备在固定坐标系的转动增量信息。

步骤 S2334，将该两个运动设备在固定坐标系的水平移动增量信息、竖直移动增量信息及转动增量信息一对一映射为机械臂远端的偏航角增量信息、俯仰角增量信息及滚动角增量信息。

其中，可以在主操作台及/或从操作设备中配置一输入装置，该输入装置用于输出切换映射关系的控制命令。例如，映射关系包括自然映射关系和非自然映射关系。

其中，可以定义自然映射关系为将由运动信息解析获取的在固定坐标系的增量位姿信息按照其参数的类型一对一的映射至机械臂 21 远端在第一坐标系的增量位姿信息，具体即将固定坐标系的水平移动增量信息映射为机械臂 21 在第一坐标系的水平移动增量信息、将固定坐标系的竖直移动增量信息映射为机械臂 21 在第一坐标系的竖直移动增量信息、将固定坐标系的前后移动增量信息映射为机械臂 21 在第一坐标系的前后移动增量信息、将固定坐标系的偏航角增量信息映射为机械臂 21 在第一坐标系的偏航角增量信息、将固定坐标系的俯仰角增量信息映射为机械臂 21 在第一坐标系的俯仰角增量信息、及将固定坐标系的滚动角增量信息映射为机械臂 21 在第一坐标系的滚动角增量信息。这些均可以根据机械臂 21 的任务自由度的配置信息进行择取。

非自然映射关系为自然映射关系之外的映射关系，一实例中，该非自然映射关系包括但不限于转换映射关系，其包括但不限于前述的将固定坐标系的水平移动增量信息、竖直移动增量信息及转动增量信息一对一映射为机械臂 21 的偏航角增量信息、俯仰角增量信息及滚动角增量信息。配置成非自然映射关系能够在如二对一操作模式等某些情况下较容易地对机械臂 21 进行

控制。

结合获取的机械臂 21 远端的任务自由度的配置信息、及/或操作模式的类型信息、及/或映射关系的类型信息，解析运动信息并映射为机械臂 21 远端在第一坐标系的增量位姿信息。进而，医生能够根据自身习惯设置易于理解和方便操作的方式。

在一些实施例中，运动输入设备 11 的有效自由度也可能小于 6，然而，只要运动输入设备 11 的有效自由度不小于机械臂 21 的任务自由度，就可以采用前述的一种或多种方法来解析运动信息并映射为机械臂 21 远端在第一坐标系的增量位姿信息，以达到控制目的。

一实施例中，按照对臂体机构（例如机械臂）调整过程的精确度，可以分为粗调模式和精调模式。这两个调整模式均适用于前述的控制方法。在粗调模式中，医生可以先控制臂体机构远端运动至大概的目标位姿，然后由医生切换至精调模式，进而控制臂体机构远端运动至精确的目标位姿。更具体地，粗调模式与精调模式之间的区别在于，从对臂体机构的调节幅度或速度上来看，精调模式相较于粗调模式而言表现在其幅度更小或其速度更慢，以易于医生的精确调节。具体地，无论是一对一操作模式还是二对一操作模式，可以在上述步骤 S2011 的根据操作模式及固定坐标系下的增量位姿信息中参数信息类型（与自由度关联）的不同进行相应的修正的子步骤中，对用于修正固定坐标系下的增量位姿信息各参数信息的修正系数及/或补偿值进行重新配置，其中，该在精调模式中的修正系数及/或补偿值相对于在粗调模式中的修正系数及/或补偿值通常要更小。

同样，要实现粗调模式与精调模式之间的切换，可以在主操作台及/或从操作设备上配置一个输入装置，该输入装置用于输出切换调整模式的切换指令。

较佳的，如果医生在调节臂体机构远端运动至目标位姿的过程中，发现一个以上的矢量已经达到了目标位姿，可以对臂体机构远端的任务自由度进行重新配置，以仅调节未达到目标位姿的矢量。示例性的，手术机器人包括

一输入装置，输入装置经配置用于产生重新配置臂体机构远端的任务自由度的控制命令。处理系统经配置在获取到控制命令时，重新生成可供自由配置的臂体机构远端的任务自由度的信息。其中，所生成的可供自由配置的臂体机构远端的任务自由度的信息与前一时刻被配置的臂体机构的任务自由度的配置信息完全匹配。也即，假设本来可供臂体机构远端的任务自由度的信息为 $[x,y,z, \alpha, \beta]$ ，然而前一时刻被使用的臂体机构远端的任务自由度的配置信息只为 $[x,y,z, \alpha]$ ，则根据该控制命令生成的新的可供自由配置的臂体机构远端的任务自由度的信息只为 $[x,y,z, \alpha]$ 。

举例而言，目标位姿需要对 $[x,y,z, \alpha, \beta, \gamma]$ 进行调节，如果医生发现  $x,y$  这两个矢量已经达到期望，则可以触发上述的控制命令并根据生成的新的可供配置的臂体机构的任务自由度信息来重新配置臂体机构远端的任务自由度为 $[z, \alpha, \beta, \gamma]$ ，以利用前述对臂体机构的控制方法对  $z, \alpha, \beta, \gamma$  继续进行调节，进一步地，如果一并对 $[z, \alpha, \beta, \gamma]$ 进行调节存在困难，可以再配置臂体机构远端的任务自由度进而利用前述对臂体机构的控制方法逐一地对 $[z, \alpha, \beta, \gamma]$ 进行调节，直至最终臂体机构远端完全运动至目标位姿。前文所提及的配置于主操作台（包括运动输入设备 11）及/或从操作设备的各类用途的输入装置包括但不限于触摸屏、按键、旋钮、脚踏及语音识别模块。他们可以组合使用，也可以单独使用；他们可以采用同一个，也可以采用多个。举例而言，输入装置大多配置于主操作台处，方便医生无需离开当前位置来操作。举例而言，输入装置大多可以采用语音识别模块，根据识别医生的语音来产生并输出相应控制命令进而选择相应的模式，这样手术机器人的结构相对比较简单，而且解放了双手和双脚，能够实现更多连续性（即不中断当前操作）的操作。

上述实施例所描述的方法适用于对图像末端器械 34A 和操作末端器械 34B 进行控制，以使受控末端器械保持当前位置及/或姿态不变。

上述实施例适用于对如图 1 所示类型的手术机器人中的末端器械进行控制。该类型的手术机器人包括一个机械臂 21 及装设于该机械臂 21 远端的一

个以上的具有末端器械 34 的操作臂 31，该机械臂 21 及操作臂 31 均具有若干自由度。

上述实施例同样适用于对如图 20 所示类型的手术机器人中的末端器械进行控制。该类型的手术机器人包括一个主臂 32'、装设于主臂 32'远端的一个以上的调整臂 30'及装设于调整臂 30'远端的一个以上的具有末端器械的操作臂 31'，该主臂 32'、调整臂 30'及操作臂 31'均具有若干自由度。如图 20 所示，该手术机器人中，调整臂 30'可以设置为四个，每个调整臂 30'可以仅设置一个操作臂 31'。根据实际使用场景，可以将如图 20 所示类型的手术机器人的三段式臂体结构配置为如图 1 所示类型的手术机器人的两段式臂体结构从而实现控制。一实施例中，在该两种类型的手术机器人中的操作臂的概念为一致的情况下，例如，根据配置，可以将如图 20 所示类型的手术机器人中的各调整臂 30'视为如图 1 所示类型的手术机器人中的机械臂 21 进行控制；又例如，根据配置，也可以将如图 20 所示类型的手术机器人中的任一调整臂 30'及主臂 32'的整体视为如图 1 所示类型的手术机器人中的机械臂 21 进行控制。一实施例中，可以将如图 20 所示类型的手术机器人中的主臂 32'视为如图 1 所示类型的手术机器人中的机械臂 21、并将如图 20 所示类型的手术机器人中的调整臂 30'及其对应的操作臂 31'的整体视为如图 1 所示类型的手术机器人中的操作臂 31 进行控制。

一实施例中，上述手术机器人的控制方法通常被配置为在手术机器人的控制装置中来实现，该控制装置包括存储器和一个以上的处理器，存储器用于存储计算机程序，处理器用于加载并执行计算机程序以实现如上述任一项实施例所述的控制方法。

一实施例中，提供一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质存储有计算机程序，该计算机程序被配置为由一个以上的处理器执行实现上述任一项实施例所述的控制方法的步骤。

以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这

些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。

以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本申请的保护范围。因此，本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

## 权利要求书

1. 一种手术机器人，其特征在于，包括：

机械臂；

装设于所述机械臂远端的一个以上的具有末端器械的操作臂，所述末端器械包括图像末端器械及/或操作末端器械；

5 及控制装置，被配置成用于执行：

获取所述机械臂远端在第一坐标系的第一目标位姿信息及各所述受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息，第一坐标系指所述机械臂的基坐标系；

在所述机械臂远端到达所述第一目标位姿信息对应的目标位姿的条件下，分别换算各所述受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息获得相应所述受控末端器械在第二坐标系的第二目标位姿信息，第二坐标系指所述机械臂的工具坐标系；

10 根据所述第一目标位姿信息控制所述机械臂中各关节组件联动以使所述机械臂远端到达与所述第一目标位姿信息对应的目标位姿，并分别根据各所述第二目标位姿信息控制相应所述操作臂中各关节组件联动使相应所述受控末端器械保持当前位置及/或姿态。

2. 根据权利要求 1 所述的手术机器人，其特征在于，所述控制装置被配置成在获取各受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息的步骤之前，执行：

获取操作人员输入的选择指令，并根据所述选择指令从所述末端器械中选择一个以上作为所述受控末端器械。

20 3. 根据权利要求 1 所述的手术机器人，其特征在于，所述控制装置被配置成在换算各所述受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息获得相应所述受控末端器械在第二坐标系的第二目标位姿信息的步骤之后，执行：

判断各所述第二目标位姿信息是否均为有效；

25 如果判断均为有效，进入根据所述第一目标位姿信息控制所述机械臂中各关节组件联动以使所述机械臂远端到达与所述第一目标位姿信息对应的目标位姿，并分别根据各所述第二目标位姿信息控制相应所述操作臂中各关节

组件联动使相应所述受控末端器械保持当前位置及/或姿态的步骤。

4. 根据权利要求 3 所述的手术机器人，其特征在于，所述控制装置被配置成在判断各所述第二目标位姿信息是否均为有效的步骤之中，执行：

5 对各所述第二目标位姿信息是否有效进行判断，并分别获取相应的判断结果；

根据获取的判断结果判断各所述第二目标位姿信息是否均为有效。

5. 根据权利要求 4 所述的手术机器人，其特征在于，所述控制装置被配置成在对各所述第二目标位姿信息是否有效进行判断的步骤之中，执行：

10 对各所述第二目标位姿信息进行解析，以分别获取对应的各所述操作臂中各关节组件的目标运动状态参数；

将各所述操作臂中各关节组件的目标运动状态参数分别与所述操作臂中各关节组件的运动状态阈值进行比较；

15 如果相应所述操作臂中各关节组件的目标运动状态参数均未超过所述操作臂中各关节组件的运动状态阈值，判断相应所述第二目标位姿信息为有效；否则，判断相应所述第二目标位姿信息为无效。

6. 根据权利要求 5 所述的手术机器人，其特征在于，所述运动状态参数包括位置参数、速度参数及加速度参数，所述运动状态阈值包括位置参数阈值、速度参数阈值及加速度参数阈值。

20 7. 根据权利要求 1 所述的手术机器人，其特征在于，所述控制装置被配置成在获取机械臂远端在第一坐标系的第一目标位姿信息的步骤之中，执行：

获取所述机械臂远端的任务自由度的配置信息；

根据所述机械臂远端的任务自由度的配置信息获取所述机械臂远端在第一坐标系的、且关联于相应任务自由度的第一目标位姿信息。

25 8. 根据权利要求 1 所述的手术机器人，其特征在于，所述机械臂远端的任务自由度的配置信息关联于位置自由度及/或姿态自由度。

9. 根据权利要求 1 所述的手术机器人，其特征在于，所述控制装置被配置成在获取各受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息的步骤之中，执行：

获取各所述受控末端器械的任务自由度的配置信息；

根据各所述受控末端器械的任务自由度的配置信息获取各受控末端器械在第一坐标系的、且关联于相应任务自由度的当前位姿信息。

10. 根据权利要求 9 所述的手术机器人，其特征在于，所述受控末端器械的任务自由度的配置信息关联于位置信息及/或姿态信息。

11. 根据权利要求 1 所述的手术机器人，其特征在于，所述控制装置被配置成在获取机械臂远端在第一坐标系的第一目标位姿信息的步骤之中，执行：

获取施加于所述机械臂上用以拖动所述机械臂远端运动的外力的六维力/力矩矢量；

10 将所述外力的六维力/力矩矢量解析为所述机械臂远端在第一坐标系的增量位姿信息；

获取所述机械臂远端在第一坐标系的当前位姿信息；

根据所述机械臂远端在第一坐标系的增量位姿信息及当前位姿信息计算出所述第一目标位姿信息。

15 12. 根据权利要求 1 所述的手术机器人，其特征在于，所述控制装置被配置成在获取机械臂远端在第一坐标系的第一目标位姿信息的步骤之中，执行：

获取运动输入设备输入的运动信息；

将所述运动信息解析为所述机械臂远端在第一坐标系的增量位姿信息；

获取所述机械臂远端在第一坐标系的当前位姿信息；

20 根据所述机械臂远端在第一坐标系的增量位姿信息及当前位姿信息计算出所述第一目标位姿信息。

13. 根据权利要求 4 所述的手术机器人，其特征在于，所述控制装置被配置成在获取机械臂远端在第一坐标系的第一目标位姿信息及各所述受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息的步骤之前，执行：

25 获取描述所述机械臂及装设于所述机械臂远端且具有所述受控末端器械的所述操作臂的结构特征的描述信息，并根据所述描述信息生成模拟所述机械臂及相应所述操作臂的结构的模型图像。

14.根据权利要求 13 所述的手术机器人，其特征在于，所述控制装置被配置成在对各所述第二目标位姿信息是否有效进行判断，并分别获取相应的判断结果的步骤之后，执行：

5 改变所述模型图像中第二目标位姿信息被判断为无效的相应所述受控末端器械对应的所述操作臂的色彩。

15.根据权利要求 1 所述的手术机器人，其特征在于，所述末端器械是图像末端器械或者操作末端器械。

16.一种手术机器人中末端器械的控制方法，所述手术机器人包括机械臂，所述机械臂远端装设有一个以上具有末端器械的操作臂，所述末端器械  
10 中有一个以上被配置为受控末端器械，其特征在于，所述控制方法包括如下步骤：

获取所述机械臂远端在第一坐标系的第一目标位姿信息及各所述受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息，第一坐标系指所述机械臂的基坐标系；

15 在所述机械臂远端到达所述第一目标位姿信息对应的目标位姿的条件下，分别换算各所述受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息获得相应所述受控末端器械在第二坐标系的第二目标位姿信息，第二坐标系指所述机械臂的工具坐标系；

20 根据所述第一目标位姿信息控制所述机械臂中各关节组件联动以使所述机械臂远端到达与所述第一目标位姿信息对应的目标位姿，并分别根据各所述第二目标位姿信息控制相应所述操作臂中各关节组件联动使相应所述受控末端器械保持当前位置及/或姿态。

17.根据权利要求 16 所述的控制方法，其特征在于，在换算各所述受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息获得相应所述受控末端器械在第二坐标系的第二目标位姿信息的步骤之后，包括：

25 判断各所述第二目标位姿信息是否均为有效；

如果判断均为有效，进入根据所述第一目标位姿信息控制所述机械臂中各关节组件联动以使所述机械臂远端到达与所述第一目标位姿信息对应的目

标位姿，并分别根据各所述第二目标位姿信息控制相应所述操作臂中各关节组件联动使相应所述受控末端器械保持当前位置及/或姿态的步骤。

18.根据权利要求 16 所述的控制方法，其特征在于，在获取机械臂远端在第一坐标系的第一个目标位姿信息的步骤之中，包括：

5 获取所述机械臂远端的任务自由度的配置信息；

根据所述机械臂远端的任务自由度的配置信息获取所述机械臂远端在第一坐标系的、且关联于相应任务自由度的第一个目标位姿信息。

19.根据权利要求 16 所述的控制方法，其特征在于，在获取机械臂远端在第一坐标系的第一个目标位姿信息的步骤之中，包括：

10 获取施加于所述机械臂上用以拖动所述机械臂远端运动的外力的六维力/力矩矢量；

将所述外力的六维力/力矩矢量解析为所述机械臂远端在第一坐标系的增量位姿信息；

获取所述机械臂远端在第一坐标系的当前位姿信息；

15 根据所述机械臂远端在第一坐标系的增量位姿信息及当前位姿信息计算出所述第一个目标位姿信息。

20.一种手术机器人中末端器械的控制装置，其特征在于，包括：

存储器，用于存储计算机程序；

处理器，用于加载并执行所述计算机程序；

20 其中，所述计算机程序由所述处理器加载并执行如下步骤：

获取机械臂远端在第一坐标系的第一个目标位姿信息及各受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息，第一坐标系指所述机械臂的基坐标系；

25 在所述机械臂远端到达所述第一个目标位姿信息对应的目标位姿的条件下，分别换算各所述受控末端器械在第一坐标系的当前位姿信息获得相应所述受控末端器械在第二坐标系的第二目标位姿信息，第二坐标系指所述机械臂的工具坐标系；

根据所述第一个目标位姿信息控制所述机械臂中各关节组件联动以使所述

机械臂远端到达与所述第一目标位姿信息对应的目标位姿，并分别根据各所述第二目标位姿信息控制相应所述操作臂中各关节组件联动使相应所述受控末端器械保持当前位置及/或姿态。

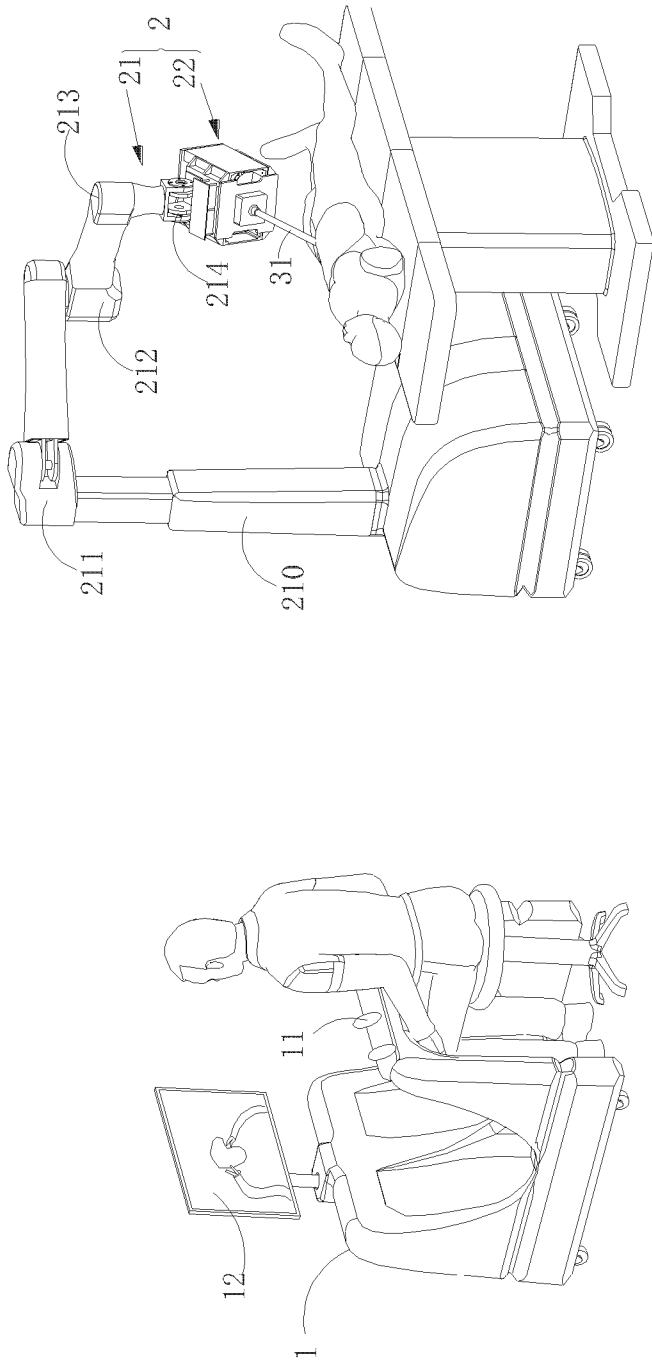


图 1

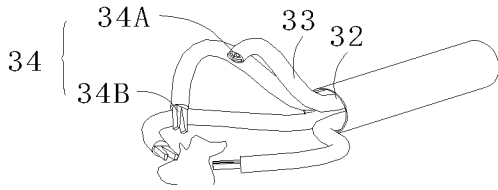
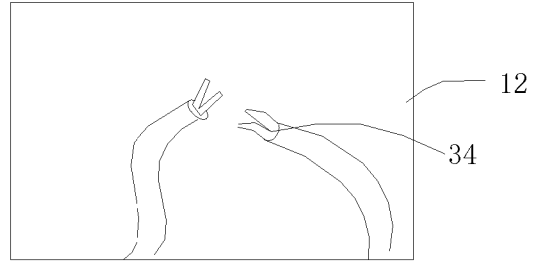


图 2



图 3

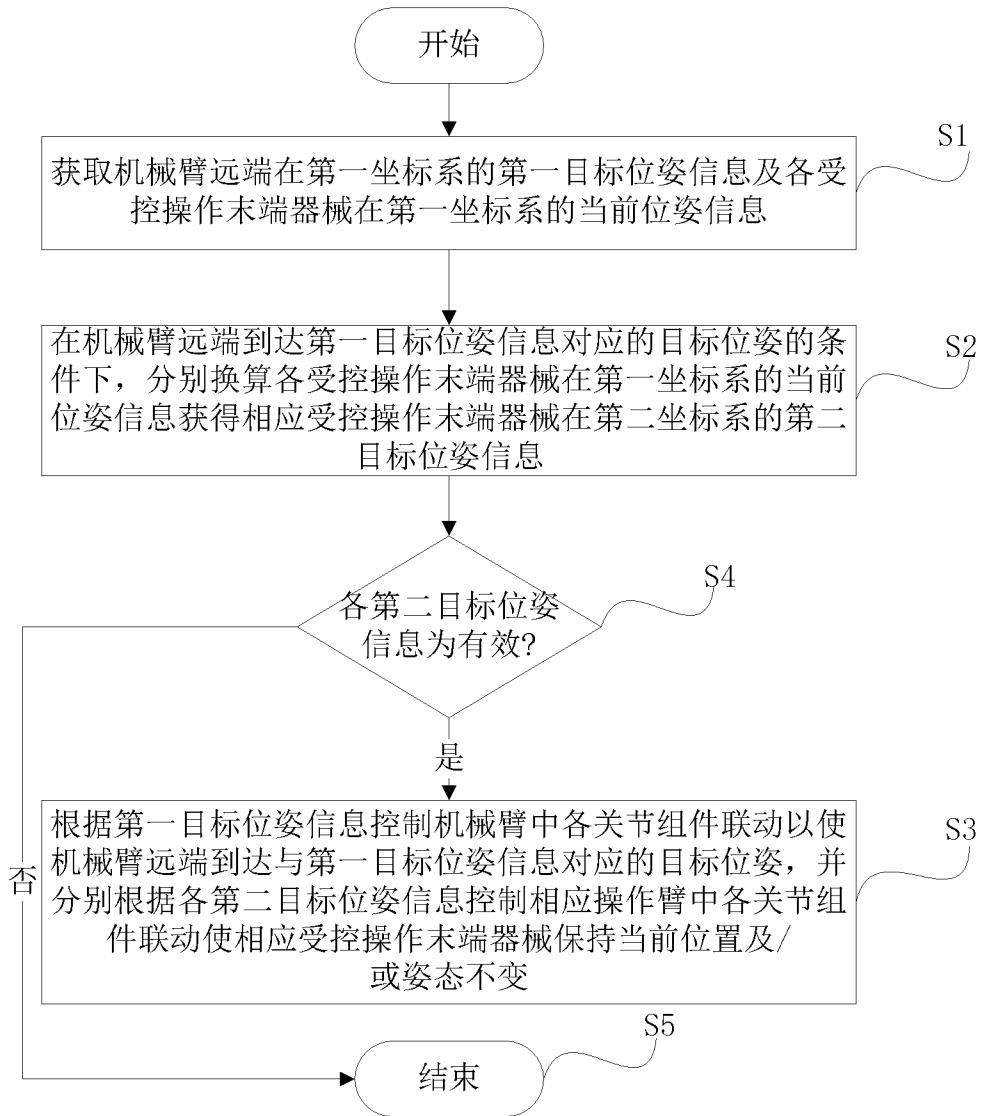


图 4

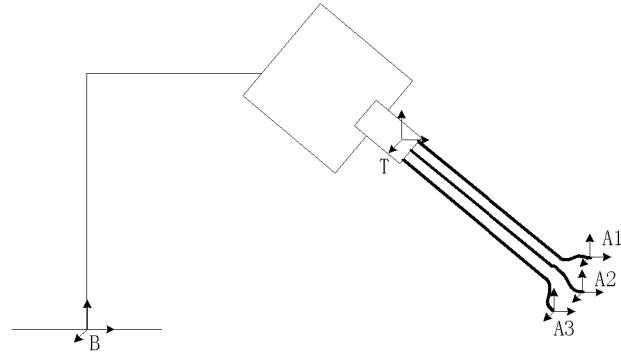


图 5

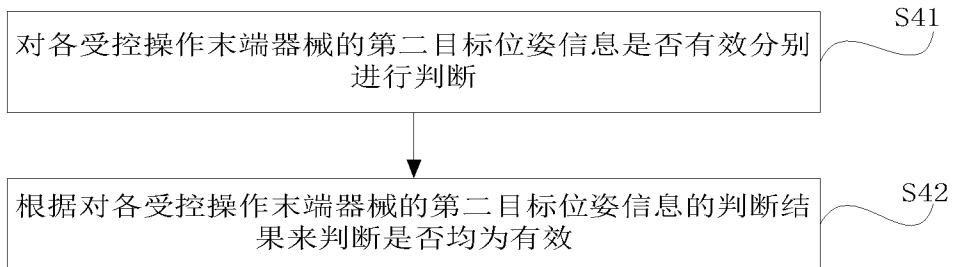


图 6

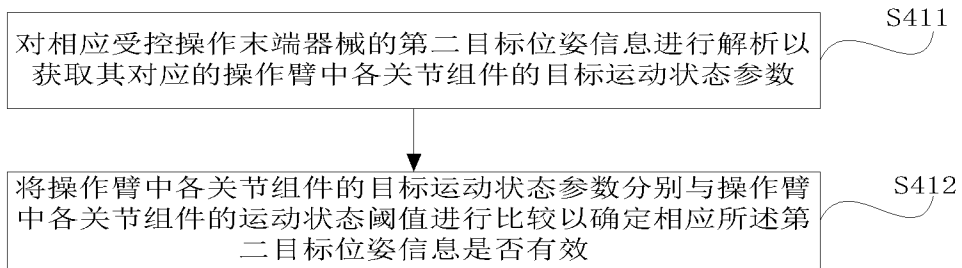


图 7

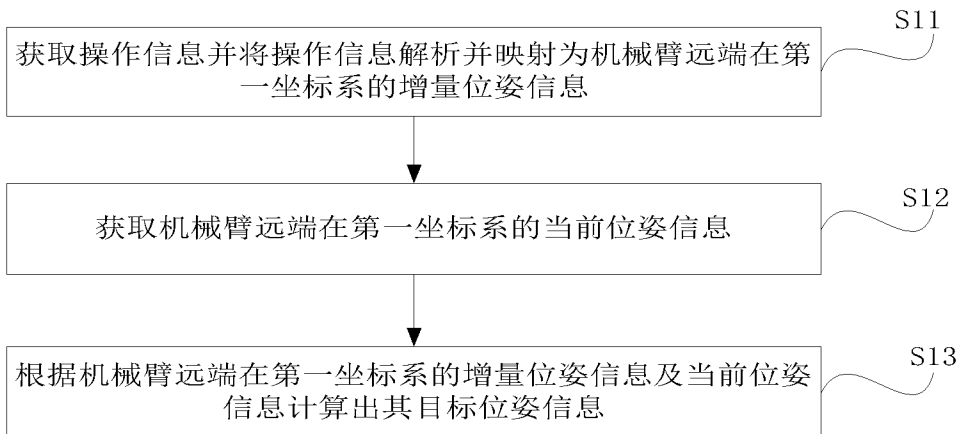


图 8

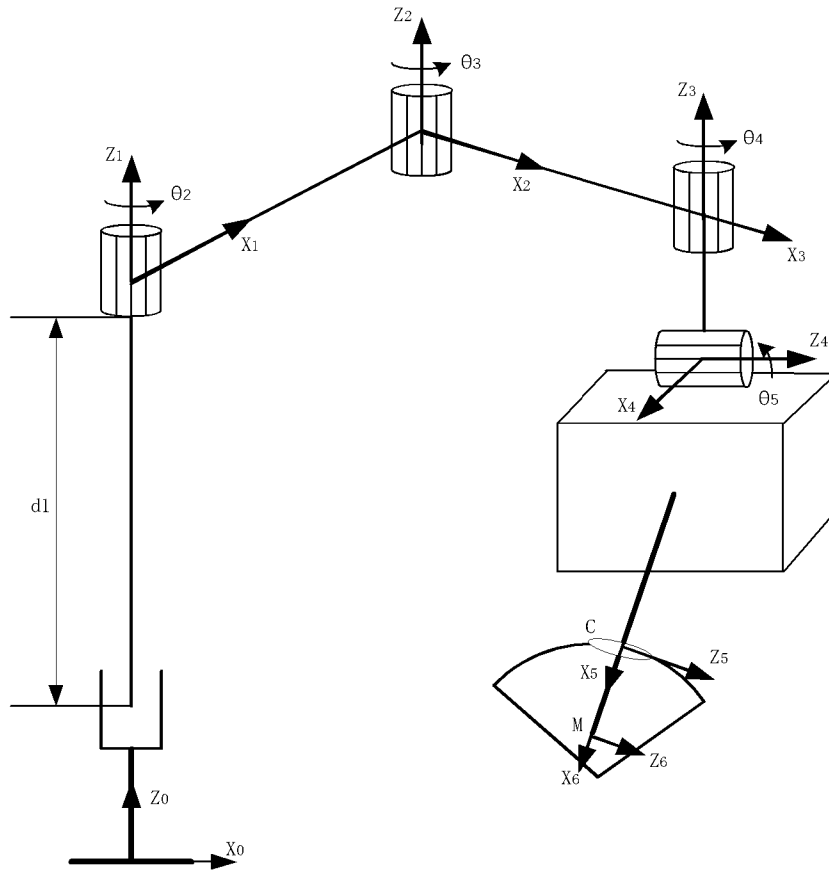


图 9

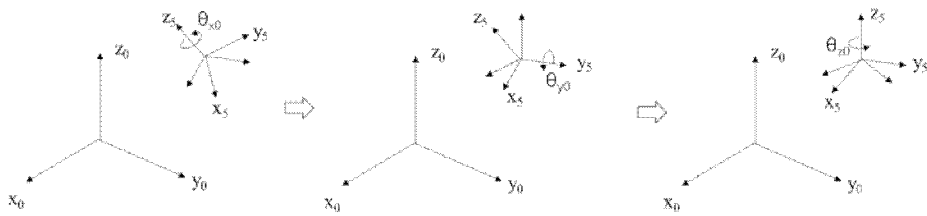


图 10

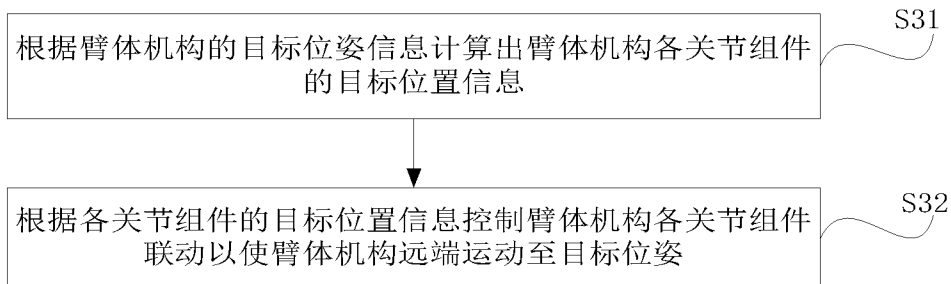


图 11

5/9

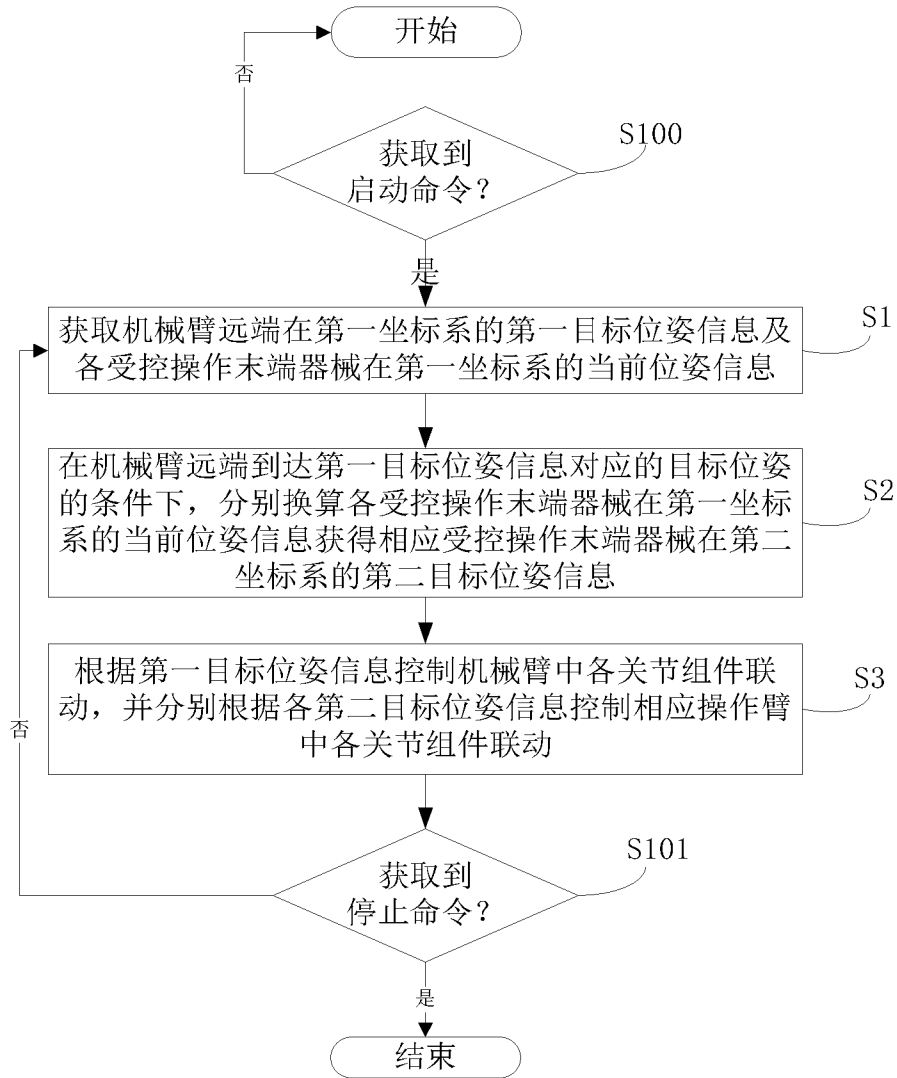


图 12

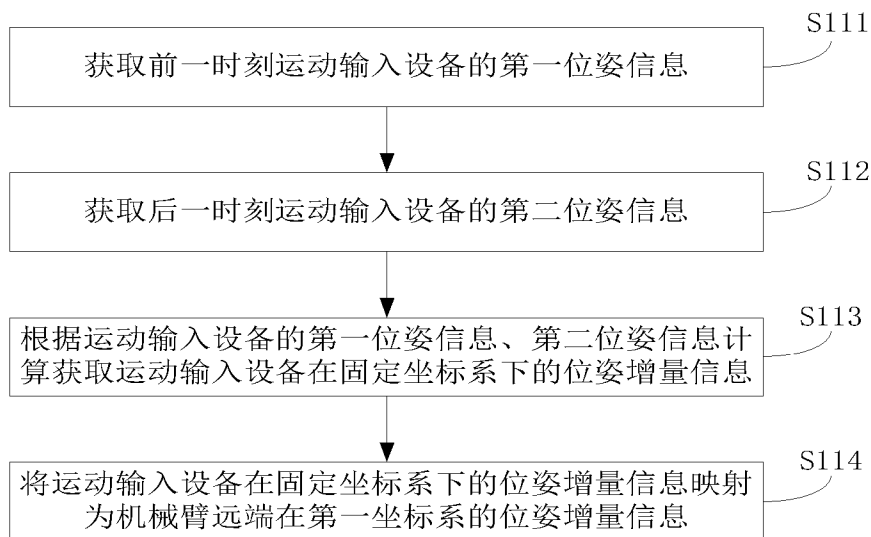


图 13

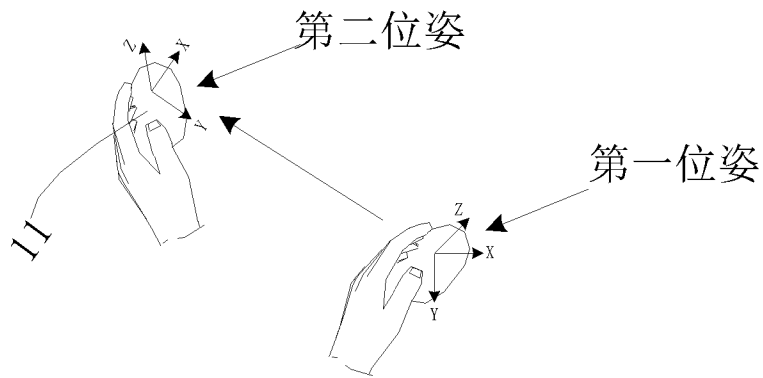
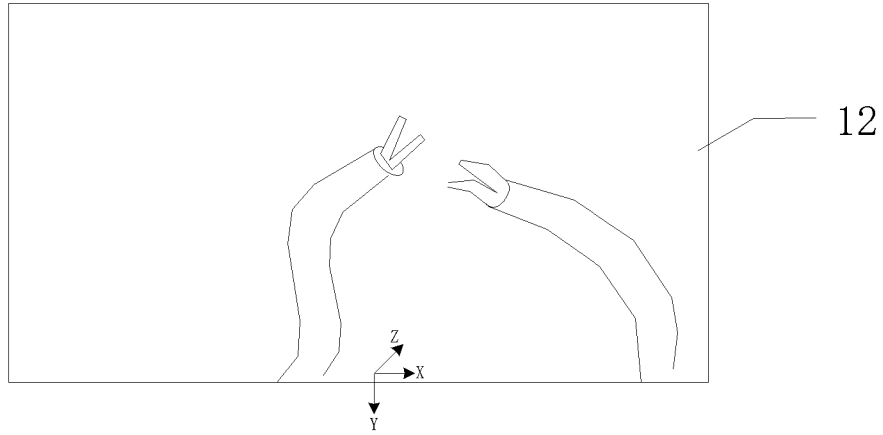


图 14

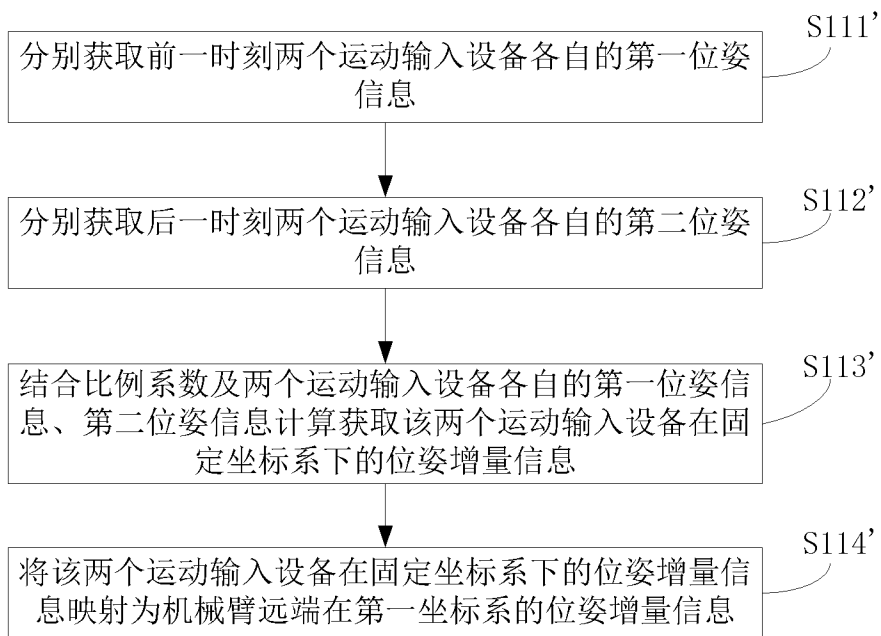


图 15

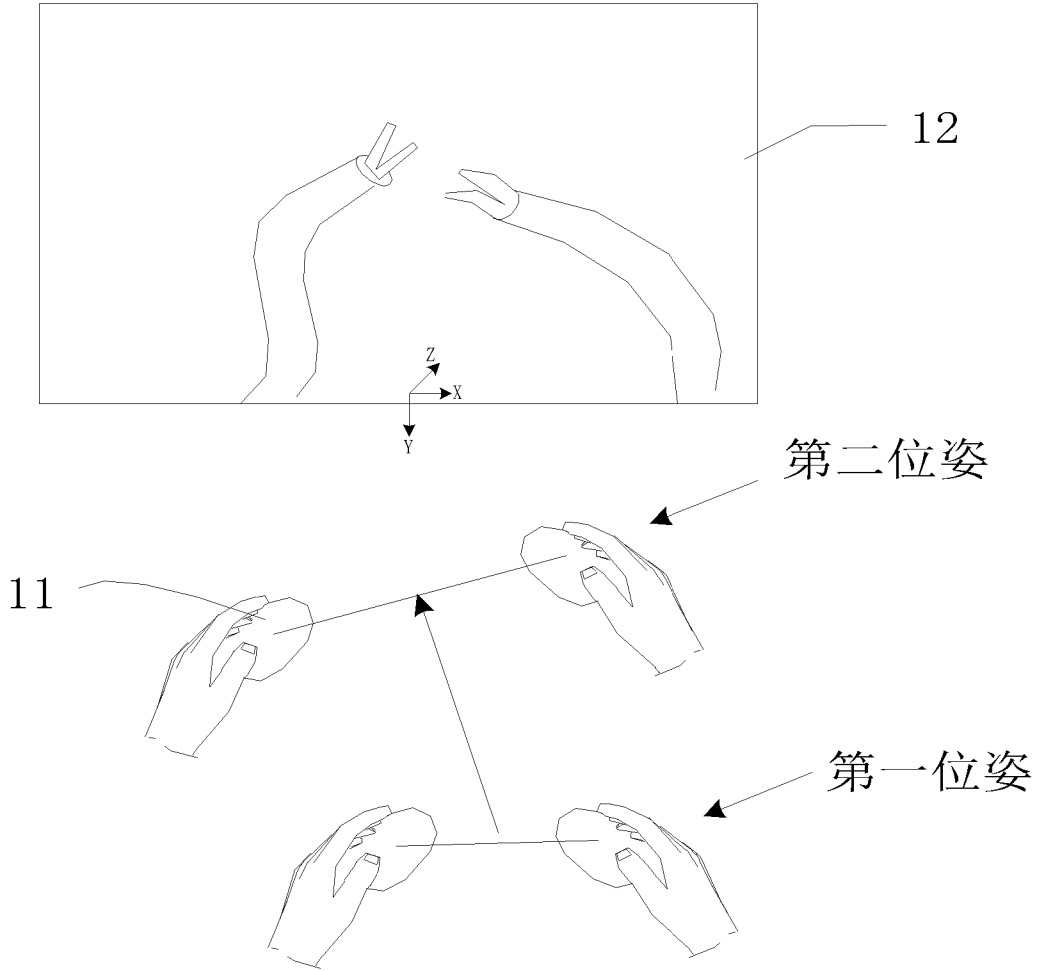


图 16

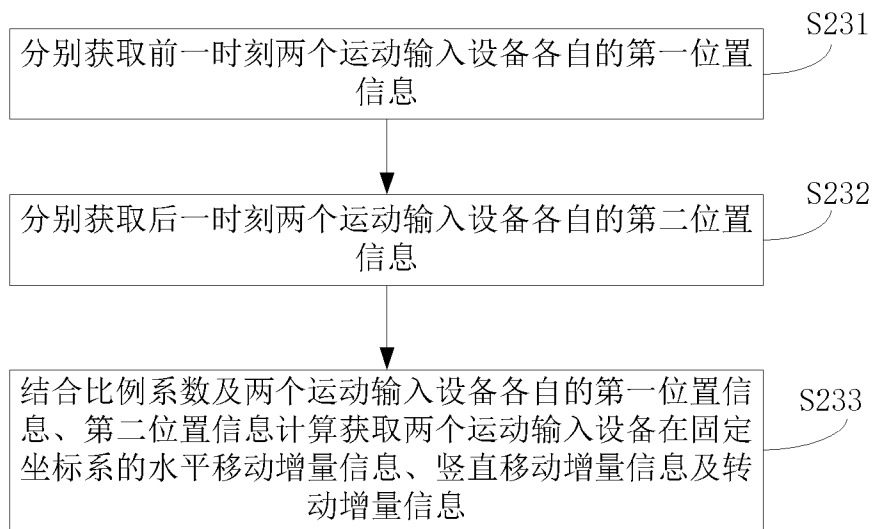


图 17

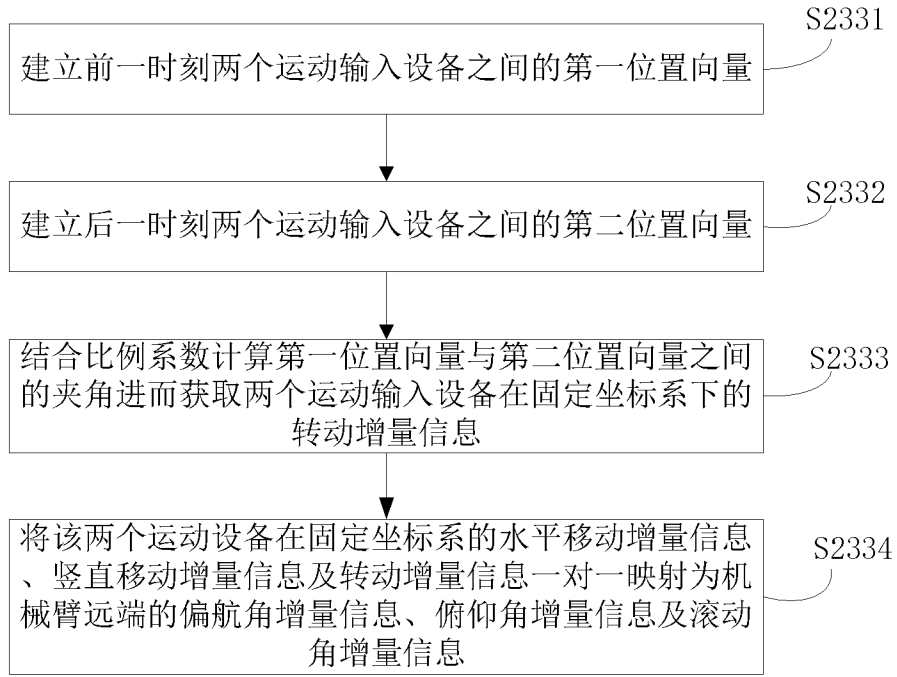


图 18

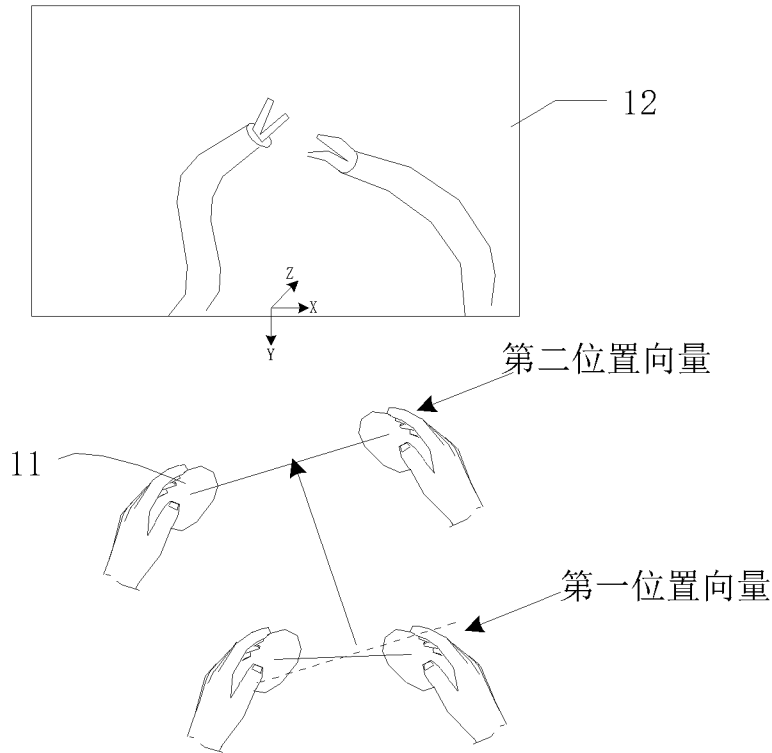


图 19

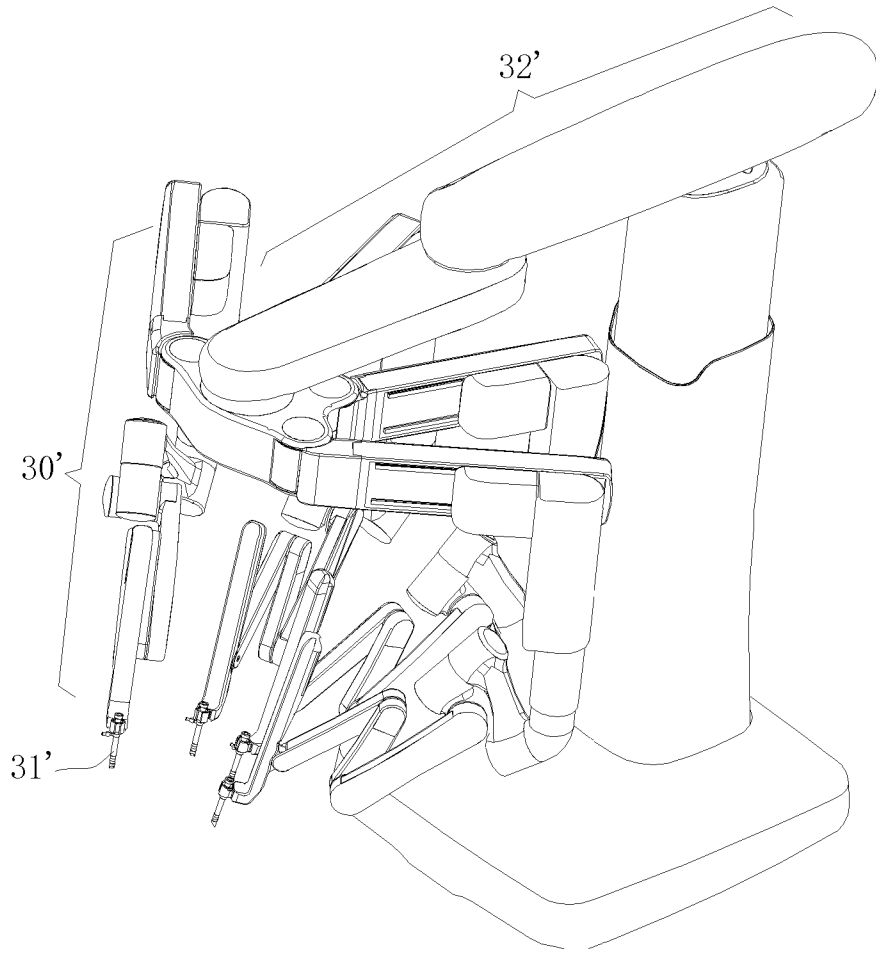


图 20

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/114115

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
A61B 34/37(2016.01)i; A61B 34/30(2016.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B34/-		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 深圳市精锋医疗, 高元倩, 叶国强, 机械臂, 操作臂, 机器人, 远端, 位置, 姿态, 位姿, 姿势, 目标, 保持, 不变, 器械, 工具, 基坐标系, 工具坐标系, 器械坐标系, 不动点, 运动中心, 约束中心, mechanical arm, robotic arm, operating arm, robot, surgical, position, posture, target, aiming, maintain, constant, instrument, tool, base coordinate system, tool coordinate system, instrument coordinate system, remote center, motion		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110559083 A (EDGE MEDICAL ROBOTICS CO.,LTD.) 13 December 2019 (2019-12-13) description paragraphs [0048]-[0191], claims 1-10, figures 1-20	1-20
A	CN 109965982 A (EDGE MEDICAL ROBOTICS CO.,LTD.) 05 July 2019 (2019-07-05) description paragraphs [0028]-[0040], [0095]-[0101], figures 1-3	1-20
A	CN 105014677 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 04 November 2015 (2015-11-04) entire document	1-20
A	CN 109974584 A (SHANDONG UNIVERSITY) 05 July 2019 (2019-07-05) entire document	1-20
A	CN 108210070 A (MICROPORT (SHANGHAI) MEDICAL ROBOT CO., LTD.) 29 June 2018 (2018-06-29) entire document	1-20
A	CN 110169825 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 27 August 2019 (2019-08-27) entire document	1-20
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>18 November 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>27 November 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/CN <b>China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088 China</b> Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer  Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2020/114115**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2016361125 A1 (THE JOHNS HOPKINS UNIVERSITY) 15 December 2016 (2016-12-15) entire document	1-20
.....		

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2020/114115**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110559083	A	13 December 2019	CN	110559083	B	25 August 2020
CN	109965982	A	05 July 2019	CN	109965980	A	05 July 2019
				CN	109223183	A	18 January 2019
				CN	109965981	A	05 July 2019
				CN	109965982	B	09 October 2020
				CN	109965981	B	22 September 2020
				CN	109965980	B	09 October 2020
CN	105014677	A	04 November 2015	CN	105014677	B	20 July 2016
CN	109974584	A	05 July 2019	CN	109974584	B	20 March 2020
CN	108210070	A	29 June 2018	CN	108210070	B	10 April 2020
CN	110169825	A	27 August 2019		None		
US	2016361125	A1	15 December 2016	US	10166080	B2	01 January 2019
				WO	2016201303	A1	15 December 2016

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>A61B 34/37(2016.01)i; A61B 34/30(2016.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																							
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>A61B34/-</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNKI, CNPAT, WPI, EP0DOC: 深圳市精锋医疗, 高元倩, 叶国强, 机械臂, 操作臂, 机器人, 远端, 位置, 姿态, 位姿, 姿势, 目标, 保持, 不变, 器械, 工具, 基坐标系, 工具坐标系, 器械坐标系, 不动点, 运动中心, 约束中心, mechanical arm, robotic arm, operating arm, robot, surgical, position, posture, target, aiming, maintain, constant, instrument, tool, base coordinate system, tool coordinate system, instrument coordinate system, remote center, motion</p>																							
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 110559083 A (深圳市精锋医疗科技有限公司) 2019年 12月 13日 (2019 - 12 - 13) 说明书第[0048]-[0191]段、权利要求1-10、图1-20</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109965982 A (深圳市精锋医疗科技有限公司) 2019年 7月 5日 (2019 - 07 - 05) 说明书第[0028]-[0040], [0095]-[0101]段、图1-3</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105014677 A (西安交通大学) 2015年 11月 4日 (2015 - 11 - 04) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109974584 A (山东大学) 2019年 7月 5日 (2019 - 07 - 05) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108210070 A (微创上海医疗机器人有限公司) 2018年 6月 29日 (2018 - 06 - 29) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110169825 A (哈尔滨工业大学) 2019年 8月 27日 (2019 - 08 - 27) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 110559083 A (深圳市精锋医疗科技有限公司) 2019年 12月 13日 (2019 - 12 - 13) 说明书第[0048]-[0191]段、权利要求1-10、图1-20	1-20	A	CN 109965982 A (深圳市精锋医疗科技有限公司) 2019年 7月 5日 (2019 - 07 - 05) 说明书第[0028]-[0040], [0095]-[0101]段、图1-3	1-20	A	CN 105014677 A (西安交通大学) 2015年 11月 4日 (2015 - 11 - 04) 全文	1-20	A	CN 109974584 A (山东大学) 2019年 7月 5日 (2019 - 07 - 05) 全文	1-20	A	CN 108210070 A (微创上海医疗机器人有限公司) 2018年 6月 29日 (2018 - 06 - 29) 全文	1-20	A	CN 110169825 A (哈尔滨工业大学) 2019年 8月 27日 (2019 - 08 - 27) 全文	1-20
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 110559083 A (深圳市精锋医疗科技有限公司) 2019年 12月 13日 (2019 - 12 - 13) 说明书第[0048]-[0191]段、权利要求1-10、图1-20	1-20																					
A	CN 109965982 A (深圳市精锋医疗科技有限公司) 2019年 7月 5日 (2019 - 07 - 05) 说明书第[0028]-[0040], [0095]-[0101]段、图1-3	1-20																					
A	CN 105014677 A (西安交通大学) 2015年 11月 4日 (2015 - 11 - 04) 全文	1-20																					
A	CN 109974584 A (山东大学) 2019年 7月 5日 (2019 - 07 - 05) 全文	1-20																					
A	CN 108210070 A (微创上海医疗机器人有限公司) 2018年 6月 29日 (2018 - 06 - 29) 全文	1-20																					
A	CN 110169825 A (哈尔滨工业大学) 2019年 8月 27日 (2019 - 08 - 27) 全文	1-20																					
<p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																							
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																							
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2020年 11月 18日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2020年 11月 27日</p>																					
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN)</p> <p>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>王婷婷</p> <p>电话号码 86-(10)-53962420</p>																					

C. 相关文件		
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	US 2016361125 A1 (THE JOHNS HOPKINS UNIVERSITY) 2016年 12月 15日 (2016 - 12 - 15) 全文	1-20

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/114115

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	110559083	A	2019年 12月 13日	CN	110559083	B	2020年 8月 25日
CN	109965982	A	2019年 7月 5日	CN	109965980	A	2019年 7月 5日
				CN	109223183	A	2019年 1月 18日
				CN	109965981	A	2019年 7月 5日
				CN	109965982	B	2020年 10月 9日
				CN	109965981	B	2020年 9月 22日
				CN	109965980	B	2020年 10月 9日
CN	105014677	A	2015年 11月 4日	CN	105014677	B	2016年 7月 20日
CN	109974584	A	2019年 7月 5日	CN	109974584	B	2020年 3月 20日
CN	108210070	A	2018年 6月 29日	CN	108210070	B	2020年 4月 10日
CN	110169825	A	2019年 8月 27日		无		
US	2016361125	A1	2016年 12月 15日	US	10166080	B2	2019年 1月 1日
				WO	2016201303	A1	2016年 12月 15日