



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107049492 B

(45)授权公告日 2020.02.21

(21)申请号 201710385151.7

A61B 34/37(2016.01)

(22)申请日 2017.05.26

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107049492 A

CN 102076276 A, 2011.05.25,

CN 106236276 A, 2016.12.21,

CN 105078576 A, 2015.11.25,

(43)申请公布日 2017.08.18

审查员 周青青

(73)专利权人 微创(上海)医疗机器人有限公司

地址 201203 上海市浦东新区张江高科技

园区牛顿路501号

(72)发明人 高旭 师云雷 何超 王家寅

朱祥 姜逸之

(74)专利代理机构 上海思微知识产权代理事务

所(普通合伙) 31237

代理人 王仙子

(51)Int.Cl.

A61B 34/20(2016.01)

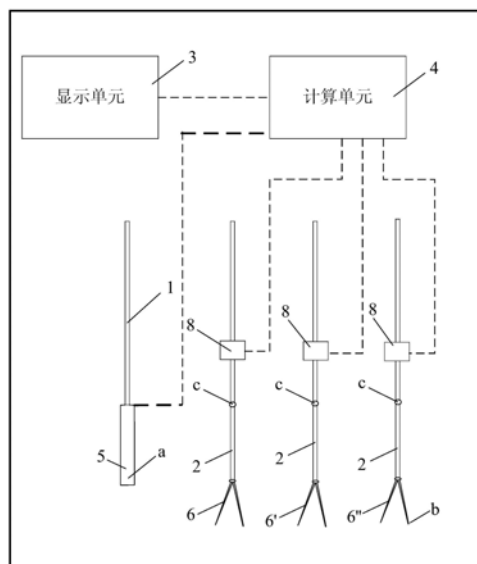
权利要求书2页 说明书10页 附图6页

(54)发明名称

手术机器人系统及手术器械位置的显示方法

(57)摘要

本发明涉及了一种手术机器人系统及手术器械位置的显示方法,其中,所述手术机器人系统包括图像臂、工具臂、显示单元和计算单元,所述图像臂可夹持用于采集图像信息的内窥镜,所述工具臂为不动点机构并用于夹持手术器械,所述手术器械包括至少一个标识手术器械位置信息的特征点,所述显示单元与计算单元通讯连接,所述内窥镜末端设有内窥镜坐标系,所述计算单元用于根据正运动学方程获取特征点在内窥镜坐标系下的坐标值,并根据坐标值获取手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息,并对位置信息进行图形化处理,所述显示单元接收经图形化处理的位置信息并进行显示,以此来提高手术安全性和效率。



1. 一种手术机器人系统,其特征在于,包括图像臂、工具臂、显示单元以及计算单元;
所述图像臂用于夹持一内窥镜,所述内窥镜用于采集图像信息;
所述工具臂为一不动点机构,用于夹持一手术器械;
所述手术器械包括至少一标识所述手术器械在内窥镜镜头平面下位置信息的特征点;
所述显示单元与所述计算单元通讯连接;
其中,所述内窥镜末端设有内窥镜坐标系;
所述计算单元用于根据正运动学方程获取所述特征点在所述内窥镜坐标系下的坐标值,并根据所述特征点的坐标值获取所述手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息,再对所述的位置信息进行图形化处理;
所述显示单元接收经所述图形化处理的位置信息以显示内窥镜视野之外的手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息。
2. 如权利要求1所述的手术机器人系统,其特征在于,所述计算单元对所述的位置信息进行图形化处理的步骤包括:采用第一标识符表示所述手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息。
3. 如权利要求2所述的手术机器人系统,其特征在于,所述手术器械具有识别信息,所述计算单元获取内窥镜收集的图像信息,并根据所述手术器械的识别信息,以识别所述手术器械是否在内窥镜视野中。
4. 如权利要求3所述的手术机器人系统,其特征在于,所述手术机器人系统包括至少两个手术器械,且不同的手术器械具有不同的识别信息,不在内窥镜视野下的手术器械的第一标识符不同于在内窥镜视野下的手术器械的第一标识符。
5. 如权利要求2或4所述的手术机器人系统,其特征在于,所述特征点包括第一特征点,所述第一特征点为手术器械末端点。
6. 如权利要求5所述的手术机器人系统,其特征在于,所述手术器械在内窥镜坐标系下的位置信息用一矢量线描述,其中所述矢量线的起点为内窥镜坐标系的原点,所述矢量线的终点为内窥镜坐标系下的第一特征点在内窥镜镜头平面下的投影,所述第一标识符表示所述矢量线的方向。
7. 如权利要求2或4所述的手术机器人系统,其特征在于,所述特征点包括第一特征点和第二特征点,所述第一特征点为手术器械末端点,所述第二特征点为手术器械位于不动点处的对应点。
8. 如权利要求7所述的手术机器人系统,其特征在于,所述手术器械在内窥镜坐标系下的位置信息用一矢量线描述,其中所述矢量线的起点为内窥镜坐标系下的第二特征点在内窥镜镜头平面下的投影,所述矢量线的终点为内窥镜坐标系下的第一特征点在内窥镜镜头平面下的投影,所述第一标识符表示所述矢量线的方向。
9. 如权利要求6或8所述的手术机器人系统,其特征在于,所述手术机器人系统包括至少两个手术器械,所述至少两个手术器械的第一标识符之间的长度比值与矢量线之间的长度比值相等。
10. 如权利要求2或4所述的手术机器人系统,其特征在于,所述计算单元对所述的位置信息进行图形化处理的步骤还包括:
分配第一显示框架,并将所述第一标识符置入所述第一显示框架;以及

将所述第一显示框架发送给显示单元。

11. 如权利要求1所述的手术机器人系统,其特征在于,所述计算单元对所述的位置信息进行图形化处理的步骤包括:

采用第二标识符表示所述的位置信息,所述计算单元分配第三显示框架,将第二标识符和内窥镜采集的图像信息叠加后的信息,置于所述第三显示框架;以及

将所述第三显示框架发送给显示单元。

12. 如权利要求11所述的手术机器人系统,其特征在于,所述手术器械在内窥镜坐标系下的位置信息用一矢量线描述,所述第二标识符表示矢量线的方向,其中所述矢量线的起点为内窥镜坐标系的原点,所述矢量线的终点为内窥镜坐标系下的第一特征点在内窥镜镜头平面下的投影,又或者

所述矢量线的起点为内窥镜坐标系下的第二特征点在内窥镜镜头平面下的投影,所述矢量线的终点为内窥镜坐标系下的第一特征点在内窥镜镜头平面下的投影。

13. 如权利要求12所述的手术机器人系统,其特征在于,所述计算单元对所述的位置信息进行图形化处理的步骤还包括:用数字及字符表示所述矢量线的长度。

14. 如权利要求1所述的手术机器人系统,其特征在于,所述手术机器人系统还包括一控制开关,所述控制开关与计算单元通讯连接,用于控制经所述图形化处理的位置信息是否在显示单元显示。

15. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机指令,其特征在于,当所述计算机指令被处理器执行时,执行以下步骤:

根据工具臂、图像臂以及手术器械上各个关节的位移值,求解正运动学方程得到特征点在内窥镜坐标系下的坐标值;

根据所述特征点的坐标值,获取所述手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息;

对所述位置信息进行图形化处理以显示内窥镜视野之外的手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息。

手术机器人系统及手术器械位置的显示方法

技术领域

[0001] 本发明涉及医疗器械技术领域,特别涉及一种手术机器人系统及手术器械位置的显示方法。

背景技术

[0002] 自从二十世纪八十年代人类首次将机器人技术应用于CT导航下的脑外科穿刺手术以来,外科手术机器人技术开始迅速地发展与壮大。现阶段,机器人手术已经全面推广,据统计,全世界每年机器人手术执行例数超过52万例。其中,机器人微创手术是机器人外科手术最重要的发展方向,在美国泌尿外科领域,50%以上的病人主动选择机器人微创手术,90%以上的前列腺癌根治术使用微创手术机器人完成。得益于临床医学、机器人技术、机构学、计算机控制、材料科学、数字化诊断等诸多学科的最新发展成果,机器人微创手术技术一方面实现了复杂手术的微创化,提高了手术操作的精度与质量,增强了手术安全性,另一方面将计算机的强大信息处理、判断能力与医生的丰富经验相结合,在手术运动操作中融入各种数字化手术诊断信息、计算机辅助判断与监控、以及实时操作评估与约束,将外科手术带入全新的发展阶段。

[0003] 与传统的开放手术与腹腔镜微创手术相比,机器人微创手术具有如下的优点:

[0004] (1) 更高的末端灵活性:在手术工具的末端增加了多自由度手腕,从而实现了狭窄空间内的多自由度运动能力,从根本上提高了手术工具末端的运动灵活性与可操作性,提升了手术机器人对复杂手术的适应能力与安全性;

[0005] (2) 高精度手术操作:计算机控制、伺服控制技术、以及精密机电传动技术的运用使得微创手术机器人能够高精度、稳定地驱动手术工具的末端运动,获得远胜于手动操作的运动精度与手术质量;

[0006] (3) 高清立体视觉:运用立体内窥镜与3D立体成像系统建立手术场景的高清立体视觉反馈,使医生能够获得运动与操作的深度信息,也能够身临其境地感受手术场景的环境信息,便于医生清晰精确地进行组织定位和器械操作;

[0007] (4) 直观操作:主从操作模式的运用使得医生能够像开放手术一样直观地进行操作,机器人系统自动检测医生手部的动作并控制手术工具模仿医生的操作动作,这样的操作模式避免了反杠杆操作带给医生的困扰,降低了手术操作难度,提升了手术操作的舒适度,进而增加了手术效果与质量稳定性。

[0008] 目前在临床上使用较多的手术机器人在使用中存在一些缺陷,比如内窥镜视野范围小,导致医生操作时所能看到的范围相应较小,致使操作舒适度和操作速度有所降低,更为严重的是,当同时利用多个手术器械进行手术时,由于内窥镜的视野范围狭窄,导致医生无法看到全部的手术器械,致使手术时医生不能清晰地把握各个手术器械的位置,缺乏全局感,影响手术速度和手术效率,甚至严重时可能触碰到脆弱脏器,影响手术安全,甚至造成手术失败。特别的,医生经常需要中断手术,切换到内窥镜控制来移动或者放大内窥镜的

视野,以找寻不在视野中的手术器械,严重影响了手术速度。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于提供一种手术机器人系统及手术器械位置的显示方法,特别是存在多个手术器械的情况下,如何可以简洁、形象的显示在内窥镜视角下手术器械的位置信息的问题。

[0010] 为实现上述目的,本发明提供了一种手术机器人系统,包括图像臂、工具臂、显示单元以及计算单元;

[0011] 所述图像臂用于夹持一内窥镜,所述内窥镜用于采集图像信息;

[0012] 所述工具臂为一不动点机构,用于夹持一手术器械;

[0013] 所述手术器械包括至少一标识所述手术器械位置信息的特征点;

[0014] 所述显示单元与所述计算单元通讯连接;

[0015] 其中,所述内窥镜末端设有内窥镜坐标系;

[0016] 所述计算单元用于根据正运动学方程获取所述特征点在所述内窥镜坐标系下的坐标值,并根据所述特征点的坐标值获取所述手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息,再对所述的位置信息进行图形化处理;

[0017] 所述显示单元接收所述经图形化处理的位置信息并进行显示。

[0018] 可选的,所述计算单元对所述的位置信息进行图形化处理的步骤包括:采用第一标识符表示所述手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息。

[0019] 可选的,所述手术器械具有识别信息,所述计算单元获取内窥镜收集的图像信息,并根据所述手术器械的识别信息,以识别所述手术器械是否在内窥镜视野中。

[0020] 可选的,所述手术机器人系统包括至少两个手术器械,且不同的手术器械具有不同的识别信息,不在内窥镜视野下的手术器械的第一标识符不同于在内窥镜视野下的手术器械的第一标识符。

[0021] 可选的,所述特征点包括第一特征点,所述第一特征点为手术器械末端点。

[0022] 可选的,所述手术器械在内窥镜坐标系下的位置信息用一矢量线描述,其中所述矢量线的起点为内窥镜坐标系的原点,所述矢量线的终点为内窥镜坐标系下的第一特征点在内窥镜镜头平面下的投影,所述第一标识符表示所述矢量线的方向。

[0023] 可选的,所述特征点包括第一特征点和第二特征点,所述第一特征点为手术器械末端点,所述第二特征点为手术器械位于不动点处的对应点。

[0024] 可选的,所述手术器械在内窥镜坐标系下的位置信息用一矢量线描述,其中所述矢量线的起点为内窥镜坐标系下的第二特征点在内窥镜镜头平面下的投影,所述矢量线的终点为内窥镜坐标系下的第一特征点在内窥镜镜头平面下的投影,所述第一标识符表示所述矢量线的方向。

[0025] 可选的,所述手术机器人系统包括至少两个手术器械,所述至少两个手术器械的第一标识符之间的长度比值与矢量线之间的长度比值相等。

[0026] 可选的,所述计算单元对所述的位置信息进行图形化处理的步骤还包括:

[0027] 分配第一显示框架,并将所述第一标识符置入所述第一显示框架;以及

[0028] 将所述第一显示框架发送给显示单元。

[0029] 可选的,所述计算单元对所述的位置信息进行图形化处理的步骤包括:

[0030] 采用第二标识符表示所述的位置信息,所述计算单元分配第三显示框架,将第二标识符和内窥镜采集的图像信息叠加后的信息,置于所述第三显示框架;以及将所述第三显示框架发送给显示单元。

[0031] 可选的,所述手术器械在内窥镜坐标系下的位置信息用一矢量线描述,所述第二标识符表示矢量线的方向,其中所述矢量线的起点为内窥镜坐标系的原点,所述矢量线的终点为内窥镜坐标系下的第一特征点在内窥镜镜头平面下的投影,又或者所述矢量线的起点为内窥镜坐标系下的第二特征点在内窥镜镜头平面下的投影,所述矢量线的终点为内窥镜坐标系下的第一特征点在内窥镜镜头平面下的投影。

[0032] 可选的,所述计算单元对所述的位置信息进行图形化处理的步骤还包括:用数字及字符表示所述矢量线的长度。

[0033] 可选的,所述手术机器人系统还包括一控制开关,所述控制开关与计算单元通讯连接,用于控制所述经图形化处理的位置信息是否在显示单元显示。

[0034] 进一步的,本发明还提供了一种手术器械位置的显示方法,包括:

[0035] 计算单元根据工具臂、图像臂以及手术器械上各个关节的位移值,求解正运动学方程得到特征点在内窥镜坐标系下的坐标值;

[0036] 计算单元根据所述特征点的坐标值,获取所述手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息;

[0037] 计算单元对所述位置信息进行图形化处理;

[0038] 显示单元接收所述经图形化处理的位置信息并进行显示。

[0039] 综上,本发明提供一种手术机器人系统以及手术器械位置的显示方法,特别是存在多个手术器械的情况下,如何可以简洁、形象的显示在内窥镜视角下手术器械的位置信息的问题。进一步,本发明提供的手术机器人系统还可以解决在内窥镜视野下医生不能直接得到一个或多个手术器械时,如何能简洁、形象的显示在内窥镜视野下遗失的手术器械的位置信息的问题。如此一来,可以帮助医生在做手术时能够清晰地把握所有工具臂之末端安装的手术器械的位置,从而提高手术速度和手术效率,特别可以降低触碰到脆弱脏器的概率,提升手术操作的安全性和成功率。

附图说明

[0040] 图1是本发明一实施例提供的手术机器人系统的结构框图;

[0041] 图2是本发明一实施例提供的在内窥镜末端点、手术器械末端点以及不动点处建立空间直角坐标系的示意图;

[0042] 图3是本发明一实施例提供的显示器的示意图,其中所有手术器械在内窥镜视野中;

[0043] 图4是本发明一实施例提供的显示器的示意图,其中部分手术器械不在内窥镜视野中;

[0044] 图5是本发明另一实施例提供的显示器的示意图,其中部分手术器械不在内窥镜视野中;

[0045] 图6是本发明较佳实施例提供的一种手术机器人系统的工作流程图。

[0046] 附图标记说明如下：

[0047] 1-图像臂；2-工具臂；3-显示单元；31、32、33、34-图形显示窗口；4-计算单元；5-内窥镜；6、6'、6''-手术器械；7-第二标识符；8-驱动器；a-内窥镜末端点；b-手术器械末端点；c-不动点；cys1-第一坐标系；cys2-第二坐标系；cys3-第三坐标系。

具体实施方式

[0048] 为使本发明的目的、优点和特征更加清楚，以下结合附图1~6对本发明提出的手术机器人系统及手术器械位置的显示方法作进一步详细说明。需说明的是，附图均采用非常简化的形式且均使用非精准的比例，仅用以方便、明晰地辅助说明本发明实施例的目的。

[0049] 如在说明书以及权利要求书中所述“末端”、“远端”是指远离医疗器械操作者的一端，所述“近端”是指靠近医疗器械操作者的一端

[0050] 首先，参阅图1，其为本发明一实施例提供的手术机器人系统的结构框图。所述手术机器人系统包括图像臂1、工具臂2、显示单元3以及计算单元4，所述计算单元4与显示单元3通讯连接。图中的手术器械数量为三条，然而本发明对手术器械的数量不作特别的限定，主要根据实际手术需要设置。但是为了便于叙述，以下描述以三条手术器械作为示意来详细说明该手术机器人系统的结构以及手术器械的位置显示方法。此外，器件之间的通讯连接关系在图中以虚线表示。

[0051] 实际手术时，所述图像臂1的末端可夹持一内窥镜5，以通过内窥镜5采集手术环境中的图像信息。该图像信息包括但不限于人体病患组织信息以及手术器械的位置信息。而且，所述内窥镜5安装在图像臂1上后与计算单元4通讯连接，以实时显示内窥镜5采集的手术环境中的图像信息。所述内窥镜5可以是立体式，也可以是非立体式，具体不限。

[0052] 此外，所述工具臂2为一不动点机构，其末端可以夹持一手术器械，并使手术器械围绕所述工具臂2不动点运动。手术准备时，将患者体表置于工具臂2的不动点处，并在不动点附近对患者体表施以创口，进而将手术器械通过该创口伸入人体，以对病患组织进行操作。本发明中，所述工具臂2可以是主动不动点机构，也可以是被动的不动点机构。另外，所述手术器械包括至少一个用于标识手术器械在内窥镜坐标下位置信息的特征点。本发明对所述手术器械没有特别的限制，可以是持针钳、手术剪等任一种。

[0053] 在本实施例中，所述特征点包括第一特征点和第二特征点，其中所述第一特征点为手术器械末端点b，所述第二特征点为手术器械位于不动点处对应的点c。本领域技术人员应理解，在手术操作过程中，手术器械上第二特征点不是一个不变的点，即如果手术器械深入人体，那么手术器械位于不动点处对应的点c更加位于手术器械的近端；相反收入手术器械接近体表，那么手术器械位于不动点处对应的点c更加位于手术器械的远端。为了方便处理，一般采用工具臂2的不动点的位置信息来表征第二特征点的位置信息。

[0054] 接着，参阅图2，其是本发明一实施例提供的在内窥镜末端点、第一特征点（即手术器械末端点b）以及第二特征点（即手术器械位于不动点处对应的点c）处建立空间直角坐标系的示意图。图2中，所述第一特征点处设有第一坐标系cys1，所述第二特征点处设有第二坐标系cys1，所述内窥镜末端点a处设有第三坐标系cys3（即内窥镜坐标系）。由于坐标系建立的技术为本领域技术人员习知的技术，故而，本领域技术人员在本申请公开的内容基础上，应当知晓如何利用计算单元4在不动点c、手术器械末端点b以及内窥镜末端点a处建立

坐标系,并通过变换描述这些坐标系间的相对位置和姿态。

[0055] 一个实施例中,所述第一坐标系cys1、第二坐标系cys2和第三坐标系cys3均为空间直角坐标系并符合右手法则。所述计算单元4可以是单片机、DSP、PLC、CPLD以及FPGA中任一种,并预设不动点c、手术器械末端点b以及内窥镜末端点a处的坐标系并进行存储,以便于后续的坐标变换。

[0056] 在此,以下描述中,以空间直角坐标系作为示意来进一步说明上述三个坐标间的相对位置和姿态,然而,本发明包括但不限于空间直角坐标系。

[0057] 所述第一坐标系cys1的原点设在手术器械末端点b处,且所述第一坐标系cys1的Z1轴的方向取手术器械6的轴线方向,可选地,Z1轴的正方向为不动点c指向手术器械末端点b的方向。所述第一坐标系cys1的Y1轴垂直于手术器械6的轴线方向,同理,Y1轴的方向根据需要设定,而所述第一坐标系cys1的X1轴根据右手法则确定。

[0058] 所述第二坐标系cys2的原点设在不动点c处,且所述第二坐标系cys2的Z2轴取手术器械6的轴线方向,且可选Z2轴的正方向为不动点c指向手术器械末端的方向。通常地,所述手术器械包括器械盒、直杆和末端执行器,其中的器械盒与工具臂2连接,所述直杆连接器械盒和末端执行器。手术时,所述直杆通过创口(即不动点)伸入人体,末端执行器在体内进行手术操作。由此,Z2轴的方向便是取该直杆的轴线方向。所述第二坐标系cys2的Y2轴垂直于所述直杆的轴线方向,但Y2轴的方向根据需要设定,所述第二坐标系cys2的X2轴根据右手法则确定。

[0059] 所述第三坐标系cys3的原点设在内窥镜末端点a处,且所述第三坐标系cys3的Z3轴取图像臂1上的内窥镜5镜面的垂线方向,可选地,Z3轴的正方向为内窥镜5近端(即与图像臂1连接的部位)指向内窥镜末端点a的方向。所述第三坐标系cys3的Y3轴为垂直于Z3轴方向,类似地,Y3轴的方向根据需要设定,而所述第三坐标系cys3的X3轴根据右手法则确定。这样,所述第三坐标系cys3的原点位于所述内窥镜视场的中心。进一步优选,对于立体内窥镜,Y3轴取两个镜面的中心连线。与手术器械类似地,所述内窥镜包括手柄和插入部,所述插入部包括与手柄连接的另一直杆和位于直杆另一远端的光学系统、光电转换系统等,所述插入部通过人体另一创口(亦即图像臂1的不动点)进入人体,观察手术环境。

[0060] 在确立上述三个坐标系的方向后,所述计算单元4便可利用正运动学方程,获得第一坐标系cys1在第三坐标系cys3中的位置描述,也就是第一特征点(即手术器械末端点b)相对于内窥镜末端点a的位置坐标描述。本文中,将第一坐标系cys1在第三坐标系cys3中的位置坐标描述定义为第一坐标值(即第一特征点的坐标值),并由如下计算式表示:

$$[0061] \quad P_{13} = \begin{bmatrix} x1 \\ y1 \\ z1 \end{bmatrix}$$

[0062] 当然,所述计算单元4还可利用正运动学方程,获得第二坐标系cys2在第三坐标系cys3中的位置描述,也就是第二特征点(即手术器械上位于不动点处对应的点c)相对于内窥镜末端点a的位置坐标描述。同样地,将第二坐标系cys2在第三坐标系cys3中的位置坐标描述定义为第二坐标值(即第二特征点的坐标值),并通过下述计算式表示:

$$[0063] \quad P_{23} = \begin{bmatrix} x2 \\ y2 \\ z2 \end{bmatrix}$$

[0064] 应当知晓的是,利用矩阵 P_{13} 表示第一特征点在内窥镜坐标系下的位置描述,并利用矩阵 P_{23} 表示第二特征点在内窥镜坐标系下的位置描述。其中, $x1$ 、 $x2$ 分别是第一特征点和第二特征点在第三坐标系 $cys3$ 之 $X3$ 轴上的坐标值, $y1$ 、 $y2$ 分别是第一特征点和第二特征点在第三坐标系 $cys3$ 之 $Y3$ 轴上的坐标值, $z1$ 、 $z2$ 分别是第一特征点和第二特征点在第三坐标系 $cys3$ 之 $Z3$ 轴上的坐标值。

[0065] 继而,获得上述特征点在内窥镜坐标系下的第一坐标值 P_{13} 和第二坐标值 P_{23} 后,所述计算单元4进一步根据第一坐标值 P_{13} 和第二坐标值 P_{23} ,得到所述手术器械,特别是在患者体内部分的手术器械,在内窥镜镜头平面下的位置信息。进一步,所述计算单元4对此位置信息进行图形化处理,得到位置信息的图形化信息,然后将图形化信息发送给显示单元3。之后,所述显示单元3读取手术器械6图形化信息后,进行显示。

[0066] 本实施例中,在获取第一坐标值 P_{13} 和第二坐标值 P_{23} 后,所述计算单元4进一步将第一坐标值 P_{13} 和第二坐标值 P_{23} 投影到内窥镜镜头平面,分别得到第一特征点在镜头平面的坐标值 P'_{13} 和第二特征点在镜头平面的坐标值 P'_{23} 。在本实施例中,内窥镜镜头平面与第三坐标系 $cys3$ 下的 XY 平面共面(由 $X3$ 轴和 $Y3$ 轴所构成的平面)。因此,坐标值 P'_{13} 表示为:

$$[0067] \quad P'_{13} = \begin{bmatrix} x1 \\ y1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

[0068] 坐标值 P'_{23} 表示为:

$$[0069] \quad P'_{23} = \begin{bmatrix} x2 \\ y2 \\ 0 \end{bmatrix}$$

[0070] 由于本实施例中,所述第一特征点和第二特征点分别为手术器械在人体体内部分的末端点和起始点,那么,所述第一特征点和第二特征点在内窥镜镜头平面的坐标值的连线 $\overline{P'_{23}P'_{13}}$,即可以清楚地描述对应人体体内部分的手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息。这里连线 $\overline{P'_{23}P'_{13}}$ 为一矢量线。如果,手术器械为多个,也可采用同样的方法计算得到每个手术器械的两个特征点的 P'_{13} 与 P'_{23} 。进一步,将 P'_{13} 所确定的点与 P'_{23} 所确定的点的矢量连接线 $\overline{P'_{23}P'_{13}}$ 以图形化的方式显示,便可清楚直观的了解各个工具臂末端安装的手术器械之间在内窥镜镜头平面上(即内窥镜视野下)的位置关系。

[0071] 本实施例中,将该手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息图形化处理的方式有多种。

[0072] 在一个优选实施例中,所述计算单元4分配至少一个显示框架(frame),在该显示框架承载所述位置信息的图形化信息。所述显示单元3接受显示框架,并根据所述显示框架的自身信息(例如显示框架在显示单元的显示区域坐标、大小)以及该显示框架承载的图形化信息显示相关内容。所述计算单元4采用第一标识符表示连接线的方向,优选,所述第一标识符还表示所述连接线的长度。

[0073] 具体如图3所示,所述手术机器人系统包括三个工具臂2,各个工具臂2分别夹持手术器械6、6'、6''(即一个工具臂2连接有一个手术器械),一条图像臂1以及相应的内窥镜5。所述手术机器人系统通过所述计算单元4分别获取每个手术器械的两个特征点在内窥镜镜头平面的位置信息。进一步,所述计算单元4采用三个带箭头直线作为第一标识符,来分别表示每个手术器械的连接线 $\overline{P'_{23}P'_{13}}$ 。其中箭头的方向标识连接线 $\overline{P'_{23}P'_{13}}$ 的方向,优选三个带箭头直线的长度比例与三个连接线 $\overline{P'_{23}P'_{13}}$ 的长度比例相等。然后,计算单元分配第一显示框架,并在所述第一显示框架内置入三个带箭头直线作为三个连接线 $\overline{P'_{23}P'_{13}}$ 的图形信息,并发送至显示单元。优选,计算单元还分配第二显示框架,第二显示框架承载有内窥镜5实时采集的手术环境图像信息。

[0074] 参见图3,该显示单元3的人机界面具有多个图形显示窗口,其中一个图形显示窗口31显示第二显示框架承载的信息,即显示内窥镜5实时采集的手术环境的图像信息,另有一个图形显示窗口32显示所述第一显示框架承载的信息,即以图形化的方式显示计算单元4处理得到的三个手术器械的位置信息。优选,再有一个可选的图形显示窗口33可显示计算单元发送的其它与手术有关的信息。

[0075] 如图4所示,当手术器械6''不在内窥镜视野中时,医生可通过图形显示窗口32获取三个手术器械的位置信息,特别是手术器械6''相对于其他的手术器械6、6'的位置。为了便于理解,本文件将未被内窥镜5采集的一手术器械6''在图4之左上角的位置以虚线框标注,其代表着该手术器械6''在实际的手术环境中相对于内窥镜视野中心的位置。在图形显示窗口32中,三个手术器械均以第一标识符示出,包括左下角虚线框内的未在内窥镜5视野内的手术器械6''的第一标识符,这样便可清楚地知晓各个手术器械6之间的位置关系。

[0076] 进一步,所述手术机器人系统还包括一控制开关,所述控制开关与计算单元4通讯连接。当该控制开关打开时,所述计算单元4将手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息进行图形化处理,并将得到的图形化信息置于所述第一显示框架,然后将第一显示框架发送给显示单元显示。如此,可以由医生决定是否需要显示相关信息。

[0077] 在一个优选的实施例中,所述手术机器人系统自动识别不在内窥镜视野下的手术器械,并对不在内窥镜视野下的手术器械的图形信息特别显示。具体而言,所述手术器械6、6'、6''设有识别信息,且不同的手术器械设有不同的识别信息。例如,所述识别信息为不同于手术环境的颜色,并置于手术器械的末端。所述计算单元获取内窥镜5实时采集的手术环境图像信息后对上述的识别信息进行识别。如果没有发现特定的识别信息,说明对应的手术器械不在内窥镜视野内。此时,所述计算单元4根据上述的方法获得该手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息,并在对该手术器械的位置信息进行图形化处理时,选择的第一标识符不同于其他手术器械的第一标识符,以示区别。例如在图4所示的实施例中,所述手术器械6''不在内窥镜视野内,所述计算单元4便采用带箭头虚直线作为手术器械6''的第一标

识符。因此,在图形显示窗口32中,显示为一带箭头虚直线和两个带箭头实直线。

[0078] 在本发明另外一个实施例中,所述特征点仅包括第一特征点,所述第一特征点为手术器械末端端点b。在本实施例中,所述手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息用所述第一坐标值 P_{13} 的投影坐标值 P'_{13} 所确定的点与第三坐标系cys3的原点 O_3 之间的连接线 $\overline{O_3P'_{13}}$ 来描述。

[0079] 进一步,所述计算单元4对得到手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息进行图形化处理,得到图形化信息的同时,还获取所述内窥镜5实时采集的手术环境图像信息。所述计算单元分配一第三显示框架,并将上述手术器械的图形化信息和内窥镜采集的手术环境图像信息叠加并设置在该第三显示框架中,并将第三显示框架传输至显示单元3予以显示。具体而言,在本实施例中识别不在视野内的手术器械的方法与上述识别方法类似。所述手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息用所述第一坐标值 P_{13} 的投影坐标值 P'_{13} 所确定的点与第三坐标系cys3的原点 O_3 之间的连接线 $\overline{O_3P'_{13}}$ 来描述。因此,所述计算单元4采用第二标识符表示连接线 $\overline{O_3P'_{13}}$ 的方向,优选所述第二标识符还用来表示连接线 $\overline{O_3P'_{13}}$ 的长度;或者所述计算单元4采用第二标识符仅表示连接线 $\overline{O_3P'_{13}}$ 的方向,并采用数字及字符表示连接线 $\overline{O_3P'_{13}}$ 的长度。

[0080] 如图5所示,所述手术机器人系统包括三条工具臂以及相应的手术器械6、6'、6"。其中的手术器械6"被识别位于内窥镜的视野之外。所述计算单元4采用一带箭头实直线作为第二标识符7,并根据连接线 $\overline{O_3P'_{13}}$ 的长度8cm,将"D=8cm"表示连接线 $\overline{O_3P'_{13}}$ 的长度。进一步,所述计算单元4将上述第二标识符7与所述内窥镜5实时采集的手术环境图像信息叠加后,置入第三显示框架,然后将第三显示框架传输至显示单元3。所述显示单元3的一个图形显示窗口34显示所述第三显示框架所承载的信息。

[0081] 本领域技术人员应当知晓的是,在正运动学方程中,可利用已知的关节的位移值来计算第一坐标值 P_{13} 和第二坐标值 P_{23} 。具体地,所述计算单元4根据工具臂2、手术器械的关节的运动状态获取各个关节的位移值,并根据图像臂1的关节的运动状态获取图像臂1的各个关节的位移值,将获取的这些位移值代入正运动学方程,便可求解得到第一坐标值 P_{13} 和第二坐标值 P_{23} 。实际过程中,关节的运动既可以是转动,也可以是平动。

[0082] 通常来说,每个关节处设置有驱动器8和关节码盘(关节码盘例如是增量式或绝对式编码器)。所述关节码盘分别与计算单元4和驱动器8连接,所述驱动器8可用于驱动关节转动,所述关节码盘可根据关节的转动状态输出一脉冲信号至所述计算单元4,所述计算单元4将该脉冲信号处理后得到对应关节转动的角度值,所述计算单元4再将关节的角度值代入正运动学方程,即可求解得到第一坐标值 P_{13} 和第二坐标值 P_{23} 。

[0083] 下面结合手术机器人系统,进一步详细描述本发明的手术器械的位置显示方法。

[0084] 本实施例中,所述手术机器人系统包括三条工具臂、一条图像臂、一个显单元以及一个计算单元。其中,每个工具臂的末端夹持有一手术器械,同时所述图像臂的末端夹持有一内窥镜,所述计算单元与所述显示单元通讯连接,且所述计算单元与图像臂上的所述内窥镜通讯连接。

[0085] 在一种位置显示方法中,如图6所示,上电初始化S10后,所述手术机器人系统的工作过程包括:

[0086] 步骤S13:计算单元根据工具臂、图像臂以及手术器械上各个关节的位移值,求解正运动学方程得到特征点在内窥镜坐标系下的坐标值;

[0087] 步骤S14:计算单元根据所述特征点的坐标值,获取所述手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息;

[0088] 步骤S15:计算单元对位置信息进行图形化处理;

[0089] 步骤S16:显示单元接收所述手术器械在内窥镜镜头平面下图形化处理的位置信息并进行显示。

[0090] 优选,在步骤S13之前还包括以下步骤:

[0091] 步骤S11:计算单元获取工具臂、图像臂以及手术器械上各个关节码盘输出的脉冲信号;

[0092] 步骤S12:计算单元对获取的脉冲信号进行处理,得到各个关节的位移值。

[0093] 优选,步骤S14为:

[0094] 计算单元根据所述特征点的坐标值,得到所述特征点在内窥镜镜头平面下的投影,进而获取所述手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息。即所述手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息用所述特征点在内窥镜镜头平面下的投影描述。

[0095] 再具体来说,在一个应用实施例中如泌尿手术时,医生在手术机器人系统正常开机后,进入主从模式并初始化。进而,手术过程中,当医生在内窥镜视野中无法看到第三条工具臂上的手术器械时,便无法知晓第三条工具臂末端的位置,故而,医生可通过踩踏脚踏开关,使显示器切换出上述实施例中的所述的图形显示窗口,比如显示器的一个图形显示窗口中既显示了两条工具臂上手术器械的图像信息,又出现了带箭头虚直线的图形信息,该图形信息指向内窥镜视野之外的第三条工具臂上的手术器械,箭头方向表示了第三条工具臂上手术器械在内窥镜视野中的方向,而箭头一侧的标注表示了内窥镜坐标系中心到工具臂末端点的水平距离。如此一来,医生便知晓内窥镜视野中所看不到的第三条工具臂的位置,并顺利操作第三条工具臂。

[0096] 上述实施例对工具臂上手术器械的不同显示方式进行了详细说明,当然,本发明包括但不限于上述实施中所列举的显示方式,任何在上述实施例提供的显示方式基础上进行变换的内容,均属于本发明所保护的范畴。本领域技术人员可以根据上述实施例的内容举一反三。

[0097] 综上,本发明提供一种手术机器人系统,特别是存在多个手术器械的情况下,如何可以简洁、形象的显示在内窥镜视角下手术器械的位置信息的问题。进一步,本发明提供的手术机器人系统还可以解决在内窥镜视野下医生不能直接得到一个或多个手术器械时,如何能简洁、形象的显示在内窥镜视野下遗失的手术器械的位置信息的问题。如此一来,可以帮助医生在做手术时能够清晰地把握所有工具臂之末端安装的手术器械的位置,从而提高手术速度和手术效率,特别可以降低触碰到脆弱脏器的概率,提升手术操作的安全性和成功率。

[0098] 上述描述仅是对本发明较佳实施例的描述,并非对本发明范围的任何限定,本发明领域的普通技术人员根据上述揭示内容做的任何变更、修饰,均属于权利要求书的保护

范围。

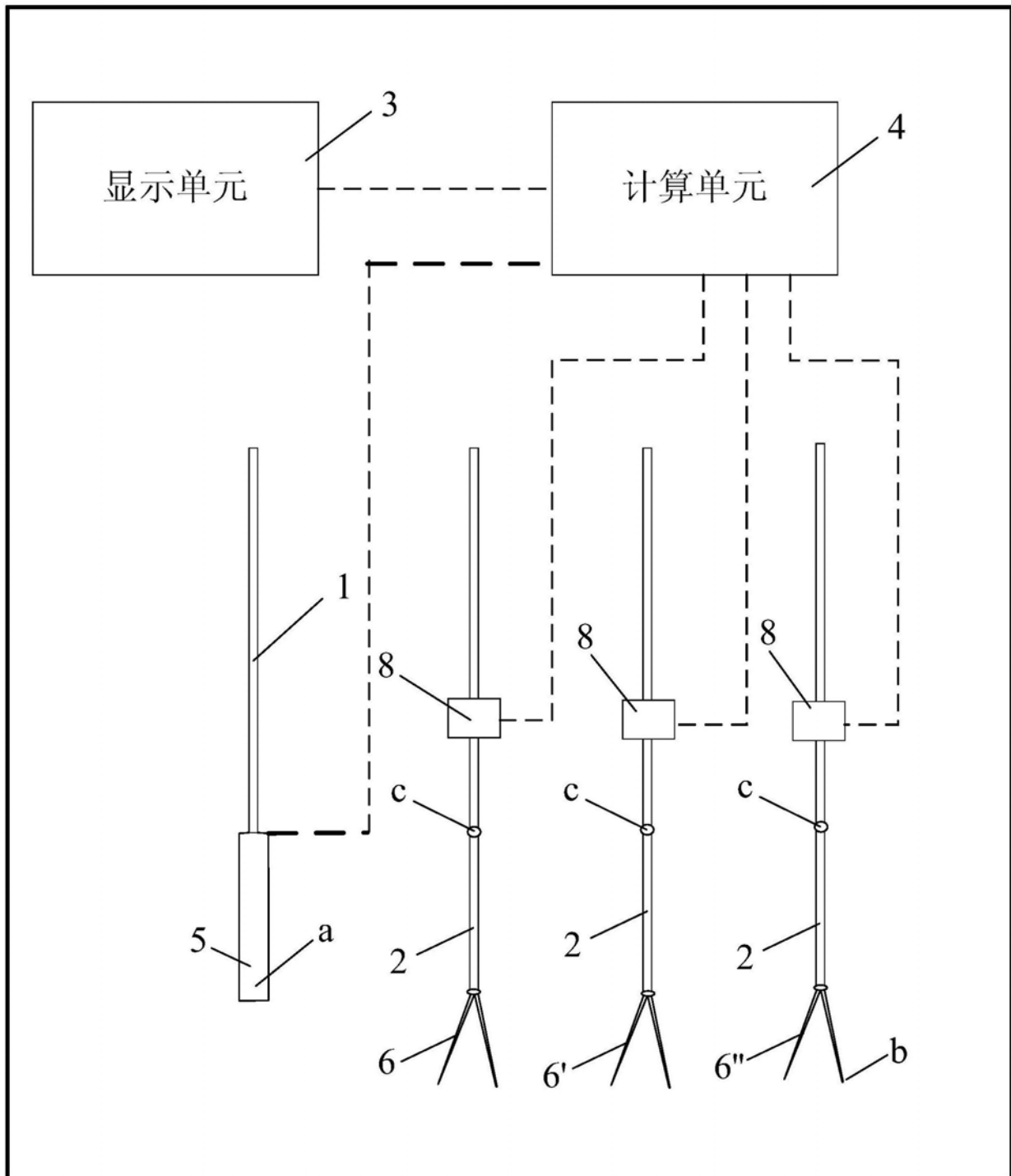


图1

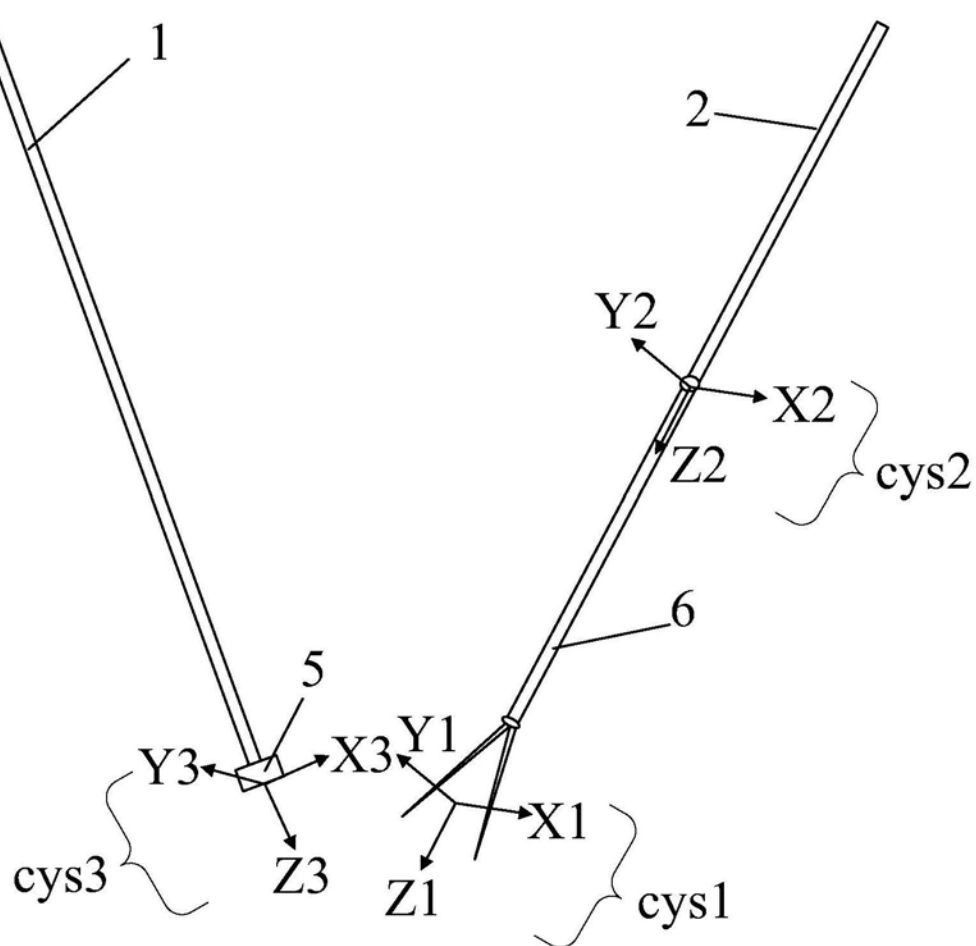


图2

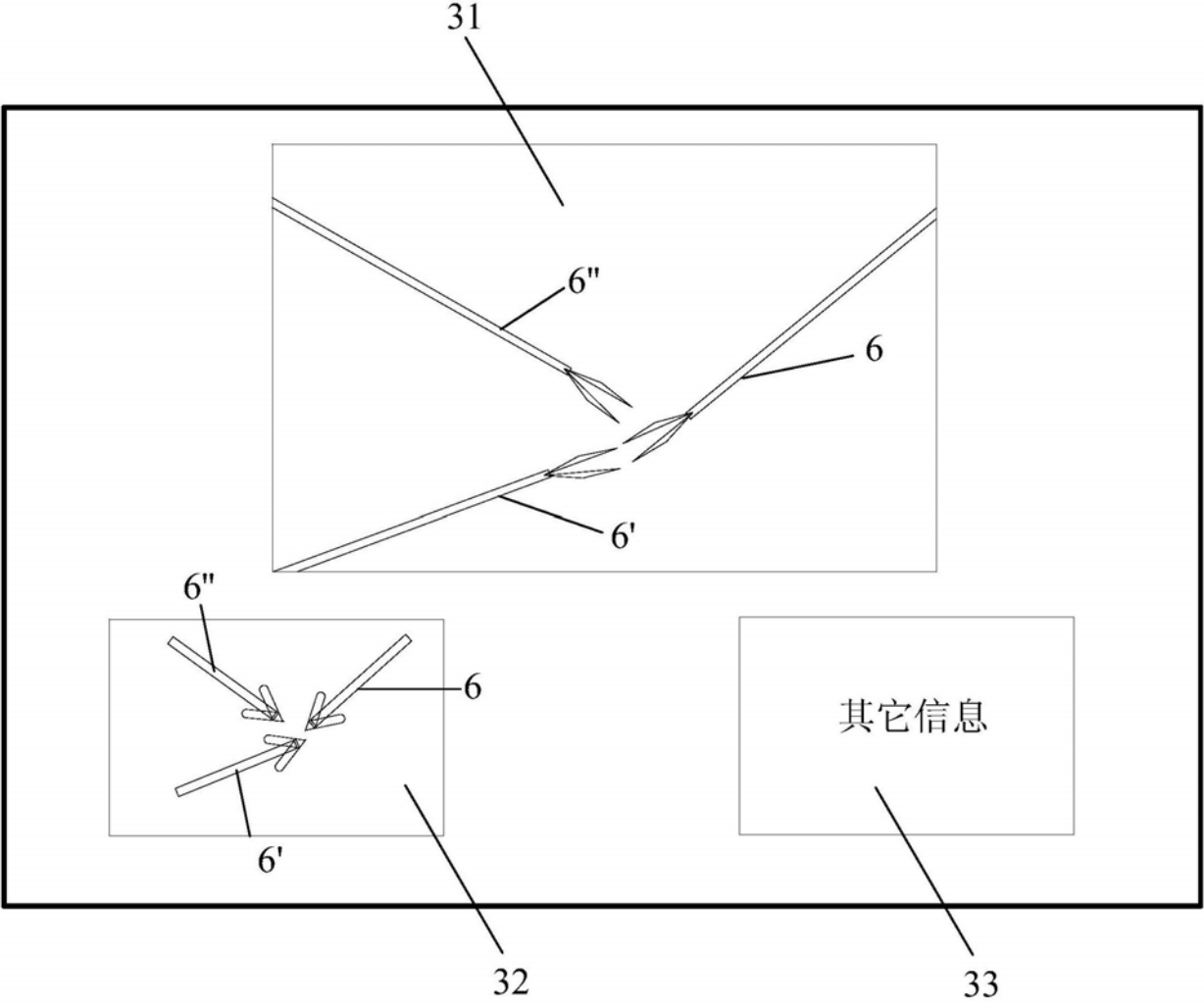


图3

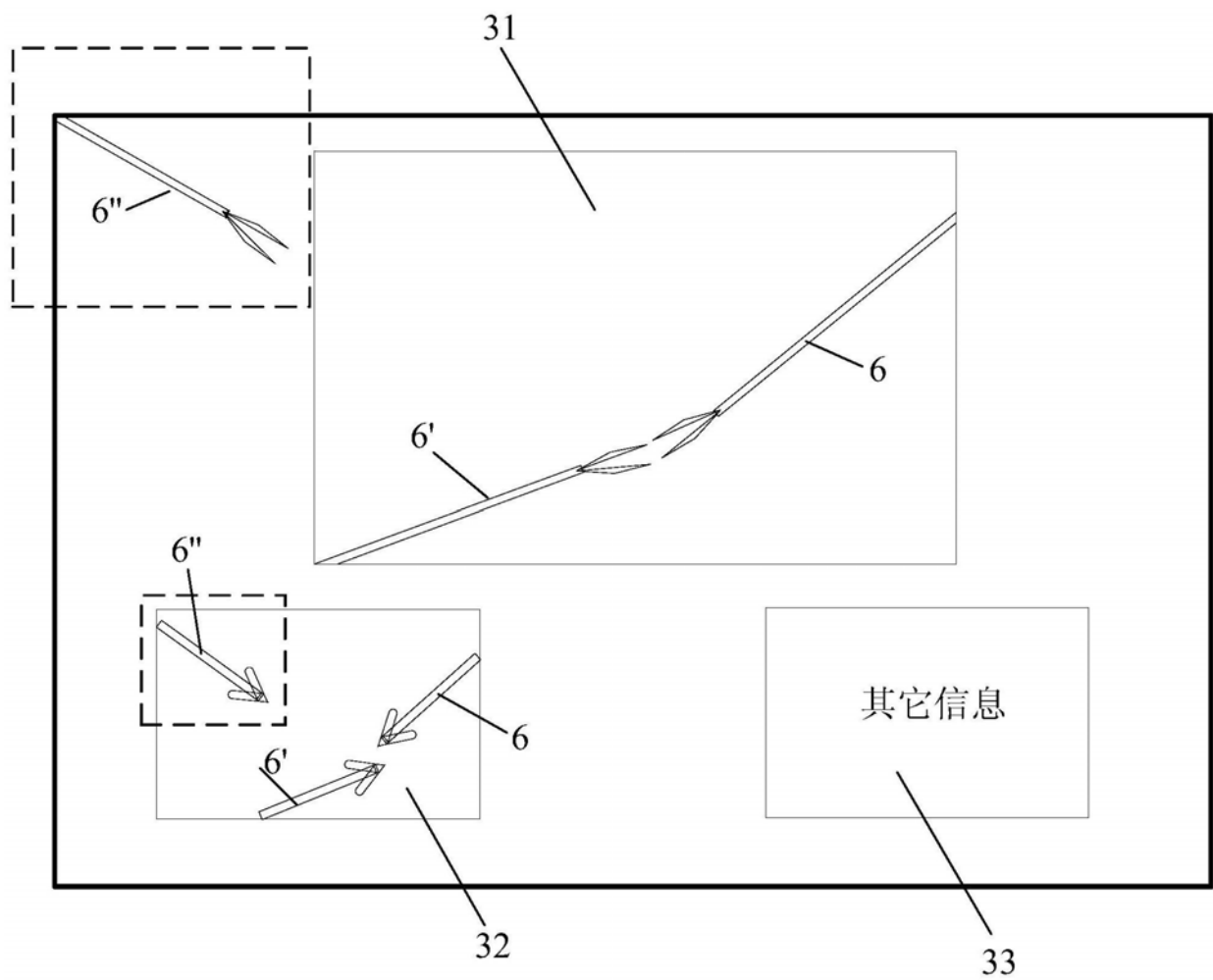


图4

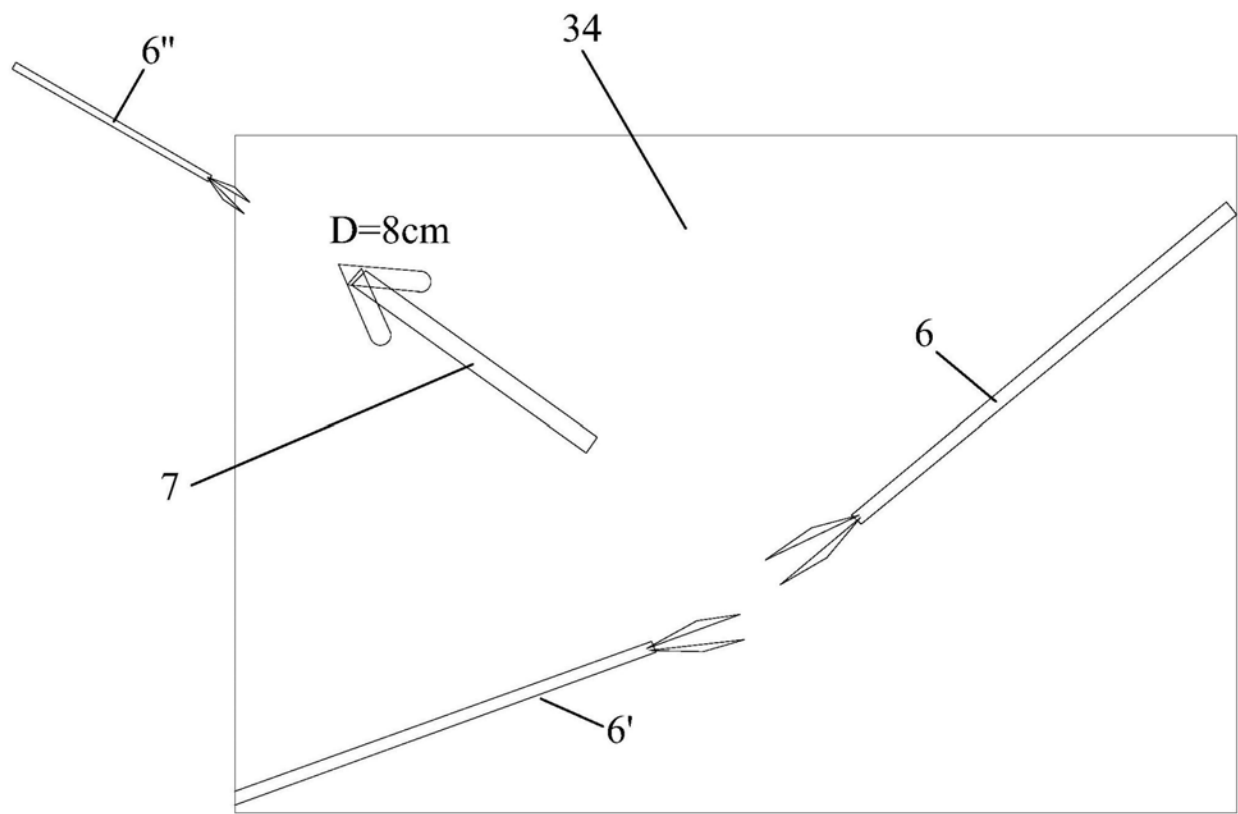


图5

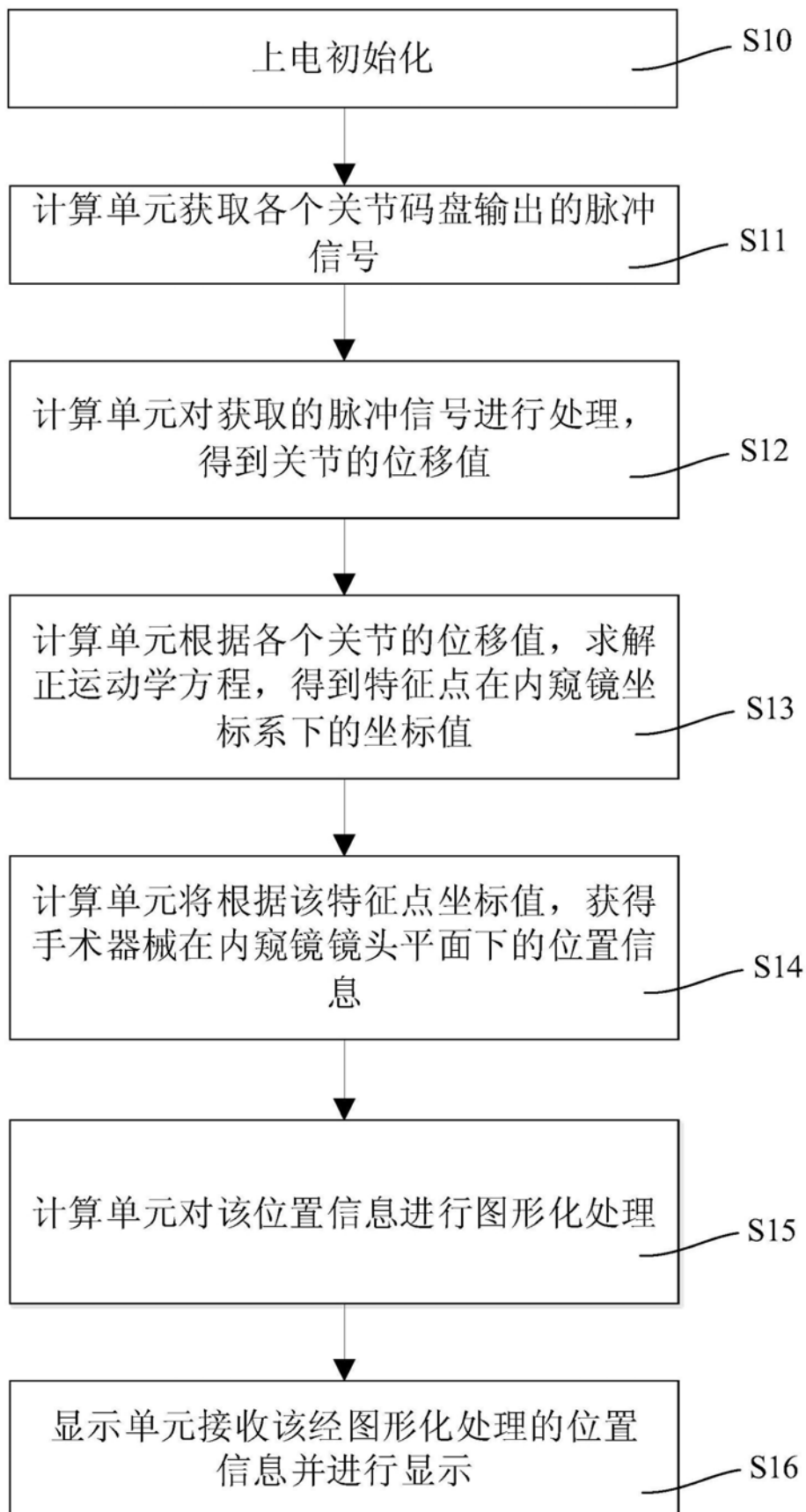


图6

专利名称(译)	手术机器人系统及手术器械位置的显示方法		
公开(公告)号	CN107049492B	公开(公告)日	2020-02-21
申请号	CN2017110385151.7	申请日	2017-05-26
[标]申请(专利权)人(译)	微创(上海)医疗机器人有限公司		
申请(专利权)人(译)	微创(上海)医疗机器人有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	微创(上海)医疗机器人有限公司		
[标]发明人	高旭 师云雷 何超 王家寅 朱祥 姜逸之		
发明人	高旭 师云雷 何超 王家寅 朱祥 姜逸之		
IPC分类号	A61B34/20 A61B34/37		
CPC分类号	A61B1/00149 A61B34/20 A61B34/25 A61B34/30 A61B90/37 A61B2034/2059 A61B2034/301 A61B2090/061 A61B2090/365 A61B2090/373 A61B1/00		
审查员(译)	周青青		
其他公开文献	CN107049492A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及了一种手术机器人系统及手术器械位置的显示方法，其中，所述手术机器人系统包括图像臂、工具臂、显示单元和计算单元，所述图像臂可夹持用于采集图像信息的内窥镜，所述工具臂为不动点机构并用于夹持手术器械，所述手术器械包括至少一个标识手术器械位置信息的特征点，所述显示单元与计算单元通讯连接，所述内窥镜末端设有内窥镜坐标系，所述计算单元用于根据正运动学方程获取特征点在内窥镜坐标系下的坐标值，并根据坐标值获取手术器械在内窥镜镜头平面下的位置信息，并对位置信息进行图形化处理，所述显示单元接收经图形化处理的位置信息并进行显示，以此来提高手术安全性和效率。

