



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102665590 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 12

(21) 申请号 201080051815. 2

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(22) 申请日 2010. 11. 15

代理人 张伟 王英

(30) 优先权数据

61/261, 390 2009. 11. 16 US

(51) Int. Cl.

A61B 19/00 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 05. 16

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2010/055175 2010. 11. 15

(87) PCT申请的公布数据

W02011/058530 EN 2011. 05. 19

(71) 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 A·波波维奇

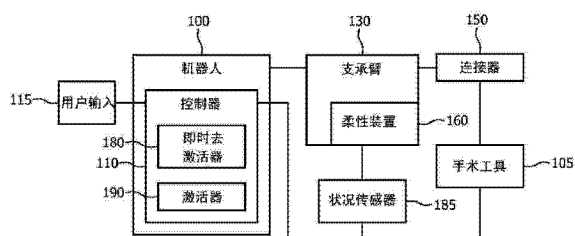
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于内窥镜辅助机器人的人-机器人共享控制

(57) 摘要

一种手术系统包括具有主动操作模式和非主动模式两者的机器人、用于支承手术工具的支承臂、以及用于依据来自至少一个状况传感器的信号来确定人类操作员何时手动操纵支承臂或手术工具的立即去激活器。紧接着该确定之后,立即去激活器将机器人去激活。支承臂包括用于增加或减小支承臂的柔性的硬性增加器/硬性减少器。在非主动模式中,支承臂的硬性可以被充分减小以在柔性的支承臂连接在机器人和手术工具之间时允许人类操作员对将手术工具重定位到新位置中进行灵巧地控制。此外,支承臂的硬性可以被充分增加用于实质上将它锁定为刚性的固定形状,用于在机器人的主动模式中提供足够的刚性,以重定位刚性的支承臂,用于重定位手术工具以执行由外科医生命令输入启动的预编程任务。支承臂在机器人的主动模式和非主动模式中都是完全非主动的。



1. 一种手术系统,包括:

机器人(100),其具有主动操作模式和非主动操作模式,所述主动操作模式用于在手术过程期间对手术工具(105)的重定位进行控制,在所述非主动操作模式中,所述机器人(100)实质上是不活动的,所述机器人(100)具有控制装置(110),该控制装置(110)预编程有将在手术过程期间执行的预定任务;

用户输入(115),其与所述控制装置(110)通信,用于使用户启动以所述主动模式执行所述预编程任务;

细长的支承臂(130),其具有第一端(305)和第二远端(310),所述第一端具有用于连接到所述机器人(100)的连接器(315),所述第二远端具有用于连接到所述手术工具(105)的连接器(150);

所述支承臂(130)包括柔性装置(160),所述柔性装置(160)用于增加所述支承臂(130)的柔性,以在非主动模式中提供足够的柔性,从而在柔性的所述支承臂(130)连接在所述机器人(100)与所述手术工具(105)之间时允许人类操作员对将所述手术工具(105)重定位到新位置中进行灵巧控制,并且所述柔性装置(160)用于减小所述支承臂(130)的柔性来将它锁定为刚性的固定形状,以在所述机器人(100)的所述主动模式中提供足够的刚性,从而重定位刚性的所述支承臂(130)来对所述手术工具(105)进行重定位以执行所述任务,

状况传感器(185),其与所述控制装置(110)通信,用于依据所述支承臂(130)或所述手术工具(105)的机械状况来产生信号;

立即去激活装置(180),其用于依据来自所述状况传感器(185)的信号来确定人类操作员何时手动操纵所述支承臂(130)或所述手术工具(105);并且用于在其确定所述人类操作员手动操纵所述支承臂(130)的所述第二端或所述手术工具(105)时通过将所述机器人(100)的操作模式从主动模式改变为非主动模式来将所述机器人(100)立即去激活;

激活装置(190),其用于通过在所述手术工具(105)的当前位置将所述机器人的操作模式从非主动模式改变为主动模式来响应于所述用户输入装置(115)而将所述机器人(100)激活,并且用于使所述机器人(100)在所述手术过程期间继续对所述手术工具(105)的重定位进行控制。

2. 如权利要求1所述的手术系统,其中,所述状况传感器(185)包括在所述支承臂(130)上的形状传感器(575),所述形状传感器(575)用于指示在所述手术过程期间所述支承臂(130)的大致形状,并且所述控制装置(110)包括形状预测装置(460),所述形状预测装置(460)用于预测所述支承臂在所述手术过程期间执行任务时的形状,并且根据用于确定所述人类操作员何时手动地操纵所述支承臂的所述第二端或所述手术工具的预定标准,当所指示的形状偏离所预测的形状时,所述立即去激活装置(180)将所述机器人去激活。

3. 如权利要求1所述的手术系统,其中,所述状况传感器(185)包括在所述支承臂(130)上的形状传感器(310),所述形状传感器(310)用于指示在所述手术过程期间所述支承臂(130)的大致形状,并且当所述机器人被激活时,确定柔性的所述臂的初始形状,并且当所指示的形状与所述初始形状之间的差异超过用于确定所述人类操作员何时手动地操纵所述支承臂的第二端或所述手术工具的阈值(465)时,所述立即去激活装置(180)将所述机器人(100)去激活。

4. 如权利要求 1 所述的手术系统,其中,所述状况传感器(185)包括位移传感器(320),所述位移传感器(320)用于指示在所述手术过程期间所述手术工具(105)或所述支承臂(130)的所述远端的大致的线性位移或旋转位移;并且所述控制装置(110)包括位移预测装置(470),所述位移预测装置(470)用于预测所述手术工具(105)或所述支承臂(130)的所述远端在所述手术过程期间执行任务时的线性位移或旋转位移,并且根据用于确定所述人类操作员何时手动地操纵所述支承臂的第二端或所述手术工具的预定标准,当所指示的位移偏离所预测的位移时,所述立即去激活装置(180)将所述机器人(100)去激活。

5. 如权利要求 1 所述的手术系统,其中,所述位移传感器(320)是电磁位移传感器或光学位移传感器。

6. 如权利要求 1 所述的手术系统,其中,所述状况传感器(185)包括位移传感器(320),所述位移传感器(320)用于指示在所述手术过程期间所述手术工具(105)或所述支承臂(130)的所述远端的大致的线性位移或旋转位移;并且当所述机器人被激活时,确定所述手术工具(105)或所述支承臂(130)的所述远端的初始的线性位移或旋转位移,并且当所述线性位移或旋转位移与所述初始的线性位移或旋转位移之间的差异超过用于确定所述人类操作员何时手动地操纵所述支承臂的所述第二端或所述手术工具的阈值时,所述立即去激活装置(180)将所述机器人(100)去激活。

7. 如权利要求 1 所述的手术系统,其中,所述状况传感器(185)包括力传感器(330),所述力传感器(330)用于指示在所述手术过程期间在所述支承臂(130)的所述第一端或所述第二端处的大致的力或力矩;并且所述控制装置(110)包括力预测装置(480),所述力预测装置(480)用于预测在所述手术过程期间执行任务时在所述支承臂(130)的所述端处的力或力矩,并且根据用于确定所述人类操作员何时手动地操纵所述支承臂的所述第二端或所述手术工具的预定标准,当所指示的力或力矩偏离所预测的力或力矩时,所述立即去激活装置(180)将所述机器人(100)去激活。

8. 如权利要求 1 所述的手术系统,其中,所述状况传感器(185)包括力传感器(330),所述力传感器(330)用于指示在所述手术过程期间在所述支承臂(130)的所述第一端或所述第二端处的大致的力或力矩;并且当所述机器人被激活时,确定在所述支承臂的所述端处的初始的力或力矩,并且当所指示的力或力矩与所述初始的力或力矩之间的差异超过用于确定所述人类操作员何时手动地操纵所述支承臂的所述第二端或所述手术工具的阈值(485)时,所述立即去激活装置(180)将所述机器人(100)去激活。

9. 如权利要求 1 所述的手术系统,包括抓握敏感开关(340、450),所述抓握敏感开关(340、450)位于以下位置中的一个或多个处:所述支承臂(130)的所述远端或所述支承臂附近的所述手术工具(105),并且当所述操作员抓握所述支承臂的所述远端或所述手术工具的抓握端而触发所述抓握敏感开关时,所述立即去激活装置(180)将所述机器人(100)去激活。

10. 如权利要求 1 所述的手术系统,其中所述柔性装置(160)包括在所述支承臂上的柔性杆(320)以手动地调节所述支承臂(130)的柔性。

11. 如权利要求 9 所述的手术系统,其中,当所述柔性杆(320)被用于增加所述支承臂(130)的柔性时,所述控制器(110)将所述机器人(100)去激活。

12. 如权利要求 1 所述的手术系统,其中,将所述机器人(100)激活使得所述柔性装置

增加所述支承臂的硬性,而将所述机器人去激活使得所述柔性装置减小所述支承臂(130)的硬性。

13. 如权利要求 1 所述的手术系统,其中,当状况传感器的信号使得预定阈值或标准被超过时,所述立即去激活装置将所述机器人去激活,并且

能够使用用户输入装置(115)来调节所述阈值或标准。

14. 如权利要求 1 所述的手术系统,包括手术工具,并且所述手术工具是内窥镜。

15. 如权利要求 1 所述的手术系统,其中,所述用户输入装置(115)包括话筒(260),并且所述预编程任务中的至少一个任务的执行能够由所述话筒(260)所检测的言语命令来启动。

16. 如权利要求 1 所述的手术系统,其中,所述用户输入装置(115)包括脚踏开关(265),并且由所述脚踏开关(265)启动用于再激活所述机器人以从所述非主动模式切换到所述主动模式的装置。

17. 如权利要求 1 所述的手术系统,其中,所述立即去激活装置(180)通过关断送往所述机器人(100)的电机(100)的所有电力来将所述机器人(100)去激活。

18. 一种操作手术系统的方法,所述方法包括:

响应于用户输入,在手术过程期间将机器人(100)从机器人非主动操作模式切换到机器人主动操作模式;

在主动模式中,利用机器人操作所述手术系统,所述机器人被预编程有预定任务,所述机器人包括用户输入装置(115),用于使用户启动以所述主动模式执行所述任务,所启动的任务以所述主动操作模式执行,所述手术系统包括具有第一端(335)和第二远端(340)的细长的支承臂(130),所述支承臂的所述第一端(335)连接到所述机器人(100)并且所述支承臂的所述第二远端(340)连接到手术工具(105),所述机器人(100)对所述支承臂(130)的重定位进行控制来在手术过程期间控制所述手术系统的所述手术工具(105)的重定位,所述支承臂(130)在所述主动模式中是足够硬性的,以允许所述机器人(100)经由所述支承臂(130)将足够的力和力矩施加到所述手术工具(105)来在所述手术过程期间执行所述任务,所述支承臂(130)在所述手术期间是完全被动的,

响应于人类操作员操纵所述手术工具(105)或所述支承臂(130)的所述远端,立即从所述机器人主动操作模式切换到所述机器人非主动操作模式;在所述手术过程期间,当在所述非主动模式中时所述机器人实质上是不活动的;

当在所述非主动模式中时,增加非主动的所述支承臂的柔性以足以使人类操作员在所述支承臂(130)连接在不活动的所述机器人(100)和所述手术工具(105)之间时对将所述手术工具重定位到新位置中进行灵巧地控制;

当在所述非主动模式中时,减小非主动的所述支承臂(130)的柔性以足以使所述机器人(100)经由所述支承臂(130)将足够的力和力矩施加到所述手术工具(105)来在所述手术过程期间以所述主动模式执行所述任务。

用于内窥镜辅助机器人的人-机器人共享控制

技术领域

[0001] 本发明大体涉及机器人手术系统的领域,并且更具体地涉及用于控制机器人手术系统,特别是内窥镜机器人系统的机器人控制器和过程。

[0002] 本申请要求 2009 年 11 月 16 日提交的序号 No 61/261,390 的美国临时申请的优先权,通过引用的方式将该临时申请并入本文。

背景技术

[0003] 内窥镜是用于对体腔或器官的内部进行可视化的照明光学仪器。典型地,内窥镜是在前端上具有小的摄像机的长管子,并且拖尾的数据电缆形成后端。该电缆附着到监视器,该监视器示出手术部位的放大内部视图。仪器可用于改变长度、直径和柔性(flexibility)。光纤内窥镜具有极大的柔性,这允许它到达以前达不到的区域。

[0004] 可以经由身体中的天然开口引入内窥镜,或可以经由切口插入内窥镜。用于观察身体的特定区域的仪器包括支气管镜、膀胱镜、胃镜、腹腔镜、耳镜和阴道镜。所有这些镜和类似的镜在本文都称为内窥镜。

[0005] 内窥镜检查是在手术期间内窥镜的使用。内窥镜检查的目的是提供微创手术。在传统手术中,身体被打开,主要是使得外科医生能够看到他正在操作的部位。在微创手术中,不是将患者切割开,而是内窥镜检查通过允许外科医生使用内窥镜看到操作部位来允许外科医生经由小切口进行操作。这些较小的侵入性过程导致对患者的较小的外伤和疼痛。经由较小切口的手术通常导致较小的结疤和较快的恢复。

[0006] 机器人辅助的手术是在内窥镜检查中的最新发展。机器人臂连接到内窥镜以将内窥镜保持在适当的位置。机器人包括用于移动机器人臂以在手术期间移动内窥镜的电机。机器人还包括用于接收来自外科医生的移动内窥镜的命令的用户输入系统。该输入系统可以包括与图形用户界面一起使用的键盘或操纵杆或鼠标或语音识别和话筒。机器人还包括用于执行预编程任务的控制器,以响应于外科医生所提供的命令来移动内窥镜。

[0007] Prisco 等人的美国公开文本 2007/0142823 公开了具有机器人控制系统的机器人手术系统,该机器人控制系统具有正常操作模式和离合操作模式。使用按钮来在正常模式和离合模式之间切换。在正常模式中,机器人臂使用诸如操纵杆之类的输入设备在主/从模式下操作,以引导机器人臂移动。在离合模式下,可以直接由外科医生通过抓握机器人臂并且移动它们来操纵机器人臂。在离合模式下,控制系统操作机器人臂的电机来补偿内部产生的摩擦和惯性阻力以提供对机器人臂的位置的容易操纵。

[0008] EndoAssist (Prosurge Ltd, UK) 是在 Sashi S. Kommu 等人的“Initial Experience With The Endoassist Camera-Holding Robot In Laparoscopic Urological Surgery”(J Robotic Surg(2007)1:133-137)中描述的具有主/从架构的内窥镜助理的示例。外科医生通过安装在头部的红外传感器所测量的头部运动来控制机器人。为了激活机器人控制,外科医生需要释放脚踏板。

[0009] 如在 A. Arezzo 等人的“Experimental Assessment Of A New Mechanical

Endoscopic Solosurgery System”(Surg Endosc(2005)19:581-588)中描述的一种非机器人被动系统 Endofreeze (Aesculap, Germany) 使用柔性的被动手臂来支承内窥镜,而不具有主动部件。

[0010] Kwon 等人的“Intelligent Laparoscopic Assistant Robot Through Surgery Task Model:How to Give Intelligence To Medical Robots ISBN978-3-902613-18-9”第 15 章描述了一种共享控制系统,其中机器人能够跟随工具并且执行类似的自动任务,但外科医生可以使用语音控制和激活按钮 / 踏板来接管控制。

发明内容

[0011] 在本申请的发明的一个方面中,一种手术系统包括具有主动操作模式和非主动操作模式两种操作模式的机器人。在主动模式中,机器人在手术过程期间控制诸如内窥镜之类的手术工具的重定位。在非主动操作模式中,机器人实质上是不活动的和刚性(rigid)的。机器人具有预编程有在手术过程期间执行的预定任务的控制器。该手术系统包括与控制器通信的用户输入,用于使用户启动以主动模式执行预编程任务;

[0012] 该手术系统还包括具有第一端和第二远端的细长支承臂(holding arm)。该第一端具有用于连接到机器人的连接器,第二远端具有用于连接到手术工具的连接器。该支承臂包括用于增加或减小支承臂的柔性的硬性增加器 / 硬性减少器(stiffener/destiffener)。可以在非主动模式中充分减小支承臂的硬性(stiffness),以在柔性的支承臂连接在机器人和手术工具之间时允许人类操作员对将手术工具重定位到新位置中进行灵巧地控制。此外,支承臂的硬性可以被充分增加,用于基本上将它锁定为刚性的固定形状,以在机器人的主动模式中提供足够的刚性(rigidity)来重定位刚性的支承臂,以便重定位手术工具以执行任务。支承臂在机器人的主动和非主动模式两者中都是完全非主动的。

[0013] 机器人臂和 / 或支承臂和 / 或手术工具上的状况传感器与控制器通信,用于依据支承臂和 / 或手术工具的机械状况来产生信号。状况传感器可以指示(测量)机器人臂和 / 或支承臂的形状,和 / 或状况传感器可以指示(测量)机器人臂和 / 或支承臂和 / 或手术工具上的力和 / 或力矩,和 / 或状况传感器可以指示(测量)机器人臂和 / 或支承臂和 / 或手术工具的位置,和 / 或状况传感器可以指示用户已抓握支承臂和 / 或手术工具。

[0014] 该手术系统还包括立即去激活器,其用于依据来自状况传感器的信号确定人类操作员何时手动操纵支承臂和 / 或手术工具。紧接着该确定之后,立即去激活器通过将机器人的操作模式从主动模式改变为非主动模式来将机器人去激活。

[0015] 再激活装置用于通过在手术工具的当前位置上将机器人的操作模式从非主动模式改变为主动模式来响应于用户输入装置再激活机器人,并且用于使机器人在手术过程期间继续对手术工具重定位进行控制。

[0016] 在本发明的另一方面中,在手术系统中,形状传感器被设置在机器人臂上和 / 或非主动的支承臂上,用于指示(测量)在手术过程期间机器人臂和 / 或支承臂的大致形状。控制器包括用于预测支承臂在手术过程期间执行任务时的形状的形状预测器。形状预测器计算理论形状。根据用于确定人类操作员何时手动地操纵支承臂的第二端和 / 或手术工具的预定标准,当所指示的形状偏离所预测的形状时,立即去激活装置将机器人去激活。

[0017] 在本发明的另一方面中,如权利要求 1 的手术系统,再次,形状传感器设置在机器人臂上和 / 或支承臂上,用于指示(测量)在手术过程期间机器人臂和 / 或支承臂的大致形状。此外,当机器人被激活时,确定柔性臂的初始形状。当所指示的形状与初始形状之间的差异超过用于确定人类操作员何时手动地操纵支承臂的第二端和 / 或手术工具的阈值时,立即去激活器将机器人去激活。

[0018] 在本发明的另一方面中,在手术系统中,位移传感器指示(测量)在手术过程期间支承臂的远端和 / 或手术工具的大致的线性位移和 / 或旋转位移。控制器包括位移预测器,该位移预测器用于预测手术工具和 / 或支承臂的远端在手术过程期间执行任务时的线性位移和 / 或旋转位移。位移预测器计算理论位移。根据用于确定人类操作员何时手动地操纵支承臂的第二端和 / 或手术工具的预定标准,当所指示的位移偏离预测的位移时,立即去激活器将机器人去激活。

[0019] 在本发明的另一方面中,在手术系统中,位移传感器指示(测量)在手术过程期间手术工具和 / 或支承臂的远端的大致的线性位移和 / 或旋转位移。当机器人被激活时,确定手术工具和 / 或支承臂的远端的初始的线性位移和 / 或旋转位移。当所指示的线性位移和 / 或旋转位移与初始的线性位移和 / 或旋转位移之间的差异超过用于确定人类操作员何时手动地操纵支承臂的第二端的和 / 或手术工具的阈值时,立即去激活器立即将机器人去激活。

[0020] 在本发明的另一方面中,在手术系统中,力传感器指示(测量)在手术过程期间在支承臂的第一端和 / 或第二端处的大致的力和 / 或力矩。控制器包括力预测器,该力预测器用于预测(计算)在手术过程期间执行任务时在支承臂的所述端处的力和 / 或力矩。力预测器计算理论的力和 / 或力矩。根据用于确定人类操作员何时手动地操纵支承臂的第二端和 / 或手术工具的预定标准,当所指示的力和 / 或力矩偏离所预测的力和 / 或力矩时,立即去激活器立即将机器人去激活。

[0021] 在本发明的另一方面中,在手术系统中,力传感器指示(测量)在手术过程期间在支承臂的第一端和 / 或第二端处的大致的力和 / 或力矩。当机器人被激活时,确定在支承臂的所述端处的初始的力和 / 或力矩。当所指示的力和 / 或力矩与初始的力和 / 或力矩之间的差异超过用于确定人类操作员何时手动地操纵支承臂的第二端和 / 或手术工具的阈值时,立即去激活器立即将机器人去激活。

[0022] 在本发明的另一方面中,在手术系统中,抓握敏感开关位于以下位置中的一个或多个处:支承臂的远端和 / 或支承臂附近的手术工具。当操作员抓握支承臂的远端和 / 或手术工具的外部部分而触发抓握敏感开关时,立即去激活器立即将机器人去激活。

[0023] 在本发明的另一方面中,在手术系统中,该系统包括柔性调节器(硬性增加器 / 硬性减少器)以增加和减小支承臂的柔性,并且柔性调节器由支承臂上的杆(lever)手动控制。当杆被设置成增加支承臂的柔性时,该杆也可以将机器人去激活;并且当杆被设置成减小支承臂的柔性时,该杆也可以激活机器人。

[0024] 在本发明的另一方面中,在手术系统中,支承臂的柔性调节器由机器人自动操作。当机器人被激活时,机器人使得柔性调节器增加支承臂的硬性,而当机器人被去激活时,机器人使得柔性装置减小支承臂的硬性。硬性增加器 / 硬性减少器可以机械地、气动地和 / 或压电地工作。

[0025] 在本发明的另一方面中,在手术系统中,当状况传感器的信号超过预定阈值或标准时,立即去激活器立即将机器人去激活,并且可以使用用户输入来调节该阈值或标准。

[0026] 在本发明的另一方面中,在手术系统中,该系统包括用于通过言语命令启动预编程的任务的话筒和用于激活机器人以从非主动模式切换到主动模式的脚踏开关。

[0027] 在本发明的另一方面中,在手术系统中,立即去激活装置通过切断送往机器人的电机的所有电力来将机器人去激活。

[0028] 在本发明的另一方面中,在手术系统中,机器人包括主动臂,该主动臂的一端连接到被动支承臂的第一端。

[0029] 在本发明的一个方面中,一种操作手术系统的方法包括下面的步骤。响应于人类操作员的第一动作,机器人在手术过程期间被从机器人非主动操作模式切换到主动模式。在主动模式中,利用机器人操作该手术系统。机器人可以被预编程有预定的任务,或者由外科医生使用例如操纵杆来引导该机器人。机器人可以包括用户输入,该用户输入使用户启动以主动模式执行任务,所启动的任务以主动操作模式执行。手术系统包括具有第一端和第二远端的细长支承臂。该支承臂的第一端连接到机器人,并且该支承臂的第二远端连接到手术工具。机器人控制支承臂的重定位,用于在手术过程期间控制手术系统的手术工具的重定位。支承臂在主动模式中是足够硬性的,以允许机器人在手术过程期间经由支承臂将足够的力和力矩施加到手术工具来执行任务,支承臂在手术期间是完全被动的。

[0030] 该方法还包括下面的步骤:响应于人类操作员操纵手术工具和/或支承臂的远端,机器人立即从机器人主动操作模式切换到机器人非主动操作模式,在手术过程期间当在非主动模式中时机器人基本上是不活动的。当在非主动模式中时,充分增加被动的支承臂的柔性以在支承臂连接在不活动的机器人和手术工具之间时允许人类操作员对将该手术工具重定位到新位置中进行灵巧地控制。同样,当在非主动模式中时,充分减小被动的支承臂(130)的柔性以使机器人(100)经由支承臂(130)将足够的力和力矩施加到手术工具(105),从而在手术过程期间以主动模式执行任务。

[0031] 在内窥镜机器人学中,重要的是使机器人-外科医生的交互尽可能接近于标准临床实践(没有机器人)。使用安装在头部的传感器可能给外科医生带来不舒适性,并且如果使用 IR 传感器并且视距(light-of-sight)在手术室中被干扰,则使用安装在头部的传感器可能较不可靠。此外,因为对移动的所有可能组合进行预编程是困难的,所以对机器人的语音控制可能不会恰当地起作用。此外,在紧急时刻,在特定的机器人架构方面缺乏经验的外科医生在压力下可能忘记按压脚踏板或忘记言语命令,并且因此无法接管对机器人的控制。

附图说明

[0032] 基于结合下面附图的下列描述,本文的发明的各个方面的附加目的、特征和优点将变得清楚:

[0033] 图 1 是本发明的手术系统的部分的示意图;

[0034] 图 2 示出图 1 中的支承臂和手术工具的部分的特定实施例;

[0035] 图 3 示出图 1 中的支承臂的部分的另一特定实施例;

[0036] 图 4 示意性示出图 1 中的本发明的控制器的部分的特定实施例;

[0037] 图 5 是图 1 中的手术系统的部分的示例性实施例的示意图 ; 以及

[0038] 图 6 是示出图 1 中的手术系统的操作的部分的特定实施例的流程图。

具体实施方式

[0039] 本发明提出了一种用于通过允许机器人执行任务但也允许外科医生立即手动控制内窥镜并且允许外科医生随后再激活机器人控制来简化在内窥镜检查中的机器人 - 外科医生的交互的方法。如果外科医生抓握手术工具和 / 或机器人臂和 / 或在手术工具处的被动支承臂和 / 或以其它方式试图手动操纵手术工具, 则机器人立即进入非主动操作模式。提供装置来在机器人非主动时减小系统的硬性以允许外科医生以类似于手动手术的方式手动地移动手术工具。还提供装置来在手动操纵完成后增加系统的硬性, 从而在再激活之后机器人能够以主动模式执行进一步的自动任务。

[0040] 现在将参考附图描述特定的实施例。以 1 开始的附图标记涉及图 1, 以 2 开始的附图标记涉及图 2, 以 3 开始的附图标记涉及图 3, 以 4 开始的附图标记涉及图 4, 以 5 开始的附图标记涉及图 5, 以及以 6 开始的附图标记涉及图 6。

[0041] 图 1 是本发明的手术系统的一些部分的示意图。在图 1 中, 该手术系统包括具有主动操作模式和非主动操作模式两者的机器人(100)。在主动模式中, 机器人在手术过程期间控制手术工具(105)的重定位。在非主动模式中, 机器人(100)基本上是不活动的。机器人可以是配置为在手术过程期间移动手术工具(105)的任何机构。机器人可以提供任何数量的自由度, 例如是 3 自由度(DOF)、5DOF 或 6DOF。

[0042] 机器人(100)包括预编程有预定任务的控制器(110)。该控制器可以是用于控制机器人在手术过程期间执行手术任务的任何装置。该控制器可以完全由硬件实现, 或它可以包括在存储器中的已编程模块, 该已编程模块控制如下文针对图 4 所示的特定实施例所描述的处理器。该控制器可以包括单个中央控制器的数个相互联系的控制器。

[0043] 图 1 的手术系统还包括与控制器(110)通信的用户输入(115), 用于使用户启动以主动模式执行预编程任务。该用户输入可以包括用于言语启动任务的话筒和语音识别模块、用于激活机器人的脚踏板、和 / 或用于非言语启动任务的键盘。该输入还可以包括诸如按钮、鼠标、操纵杆、轨迹球(track ball)、安装在头部的指示器(pointer)或任何其它用户输入设备之类的物品。

[0044] 手术系统还利用具有第一端和第二远端的细长支承臂(130), 第一端连接到机器人, 而第二远端具有用于连接到可移除的手术工具(105)的连接器(150)。手术工具可以是例如内窥镜、解剖刀、刮刀、钳子、激光解剖刀或在机器人手术中使用的任何其它常见工具。

[0045] 支承臂(130)包括用于柔性调节(160)的一些装置(硬性增加器 / 硬性减少器), 以增加或减小该支承臂的柔性。柔性调节(160)可以用于增加支承臂(130)的柔性, 以在非主动模式中提供足够的柔性来允许在柔性的支承臂(130)连接在机器人(100)和手术工具(105)之间时人类操作员对将手术工具(105)重定位在新位置中进行灵巧地控制。此外, 柔性调节可以被用于减小支承臂(130)的柔性, 以将它锁定为刚性的固定形状, 从而在机器人(100)的主动模式中提供足够的刚性, 以重定位刚性的支承臂(130)来重定位手术工具(105)。具有柔性调节的蛇形臂是公知的, 例如 FlexArm (加拿大的 Mediflex Inc.)。硬性增加器 / 硬性减少器(160)可以由机械装置、气动装置或压电装置来操作。

[0046] 该手术系统还包括与控制器(110)通信的至少一个状况传感器(185),其用于依据支承臂(130)或手术工具(105)的机械状况来产生信号。状况传感器(185)可以是形状传感器,该形状传感器可以沿着支承臂的长度被连接以用信号通知支承臂的形状。细长形状传感器是公知的,例如(加拿大的 Measureand Inc.)的 ShapeTape,或诸如 OBR Platform (Lune Technologies)之类的布拉格光栅光纤(Bragg grating fiber)。状况传感器(185)可以是位置传感器,例如连接在支承臂的远端或沿着手术工具的某个地方的光学跟踪设备或电磁跟踪设备。光学跟踪设备和电磁跟踪设备可从 NDI(Northern Digital Inc.)获得。状况传感器(185)可以是在支承臂(130)的任一端处和/或手术工具上的力和/或力矩传感器,例如是应变计或负荷传感器。此外,状况传感器(185)可以是沿着手术工具和支承臂的远端的抓握感测开关,每当用户抓握手术工具(105)和/或支承臂(130)的远端时,该抓握感测开关产生信号。抓握传感器不同于按钮,这是因为仅仅触摸抓握传感器上的支承臂(130)和/或手术工具不将产生表示支承臂和/或手术工具已被抓握的信号,而必须是实际地抓握支承臂(130)或手术工具,以使抓握传感器发出信号以指示支承臂或手术工具已被抓握。可以设置相同类型和/或不同类型的多个状况传感器。

[0047] 该手术系统还包括立即去激活器(180),该立即去激活器(180)依据来自状况传感器(185)的信号来确定何时人类操作员手动操纵支承臂(130)和/或手术工具(105)。当它确定人类操作员已经手动操纵手术工具(105)和/或支承臂(130)的第二端时,则立即去激活器通过将机器人(100)的操作模式从主动模式改变到非主动模式来立即将机器人(100)去激活。

[0048] 立即去激活器(180)可以被实施为在控制器的存储器中的已编程模块,该已编程模块控制处理器的操作。否则,立即去激活器(180)可以在被连接以控制处理器的操作的硬件中实施。它可以是如图所示的机器人的控制器(100)的部分,或它可以被实施为如下文针对图4讨论的单独的去激活控制器的部分。

[0049] 立即去激活器(180)可以通过关断送往机器人电机的所有电力来将机器人去激活。对电机的去除电力可以被用于将机器人冻结在安全模式中。如果机器人电机不是当电力被切断时冻结的电机类型,则可以为电机配备有冻结该电机的制动器。

[0050] 图1的手术系统还包括激活器(190),该激活器(190)通过在手术工具(105)的当前位置将操作模式从非主动模式改变到主动模式来响应于来自用户输入(115)的信号将机器人(100)激活或再激活。即,机器人在当前位置对机器人臂和支承臂以及手术工具进行控制,而不是使机器人臂或手术工具返回到之前的位置。当机器人(100)被激活时,它在手术过程期间继续对手术工具(105)的重定位进行控制。即,它继续执行由用户利用用户输入(115)启动的预编程任务。例如,当机器人在非主动模式中时,则可以使用脚踏开关来激活机器人。激活器(180)可以被实施为在控制器的存储器中的、控制处理器的操作的已编程模块,或它可以在被连接以控制处理器的操作的硬件中实施。它可以是如图所示的机器人的控制器(100)的部分,或它可以被实施为如下文针对图4讨论的单独的激活控制器的部分。

[0051] 图2是图1中的手术系统的部分的示例性实施例的示意图。在图2中,由箭头(200)指示的机器人包括含有控制器(204)的机器人主体/机壳(202)以及还有由箭头(210)指示的机器人臂。机器人臂包括由三个电动关节(220、222、224)连接的两个

节段(212、214)。第三个关节(224)是用于对连接器(226)进行定位的末端执行器(end effector),该连接器(226)用于连接支承臂(230)。电缆(206)连接在控制器(204)与支承臂(230)的电气部件/电子部件之间,该支承臂(230)的电气部件/电子部件例如是关节电机(220、222、224)和传感器(关于图3的下文中所示的)。

[0052] 在图2中,支承臂(230)包括用于连接到机器人臂的连接器(226)的连接器(232)。该支承臂包括由三个关节(242、244、246)连接在一起的三个节段(234、236、238)。杆(548)可以用于将该关节的硬性在非常柔性设置与刚性设置之间调节,在非常柔性的设置中,该臂容易被操纵,而在刚性设置中,该臂是相对刚性的。连接器(249)附着到关节(246),并且连接器(249)用于将手术工具(250)连接到支承臂(230)。

[0053] 话筒(260)可以连接到控制器,用于用户输入语音命令。言语命令可以包括启动例如执行机器人被预编程的任务的命令,以帮助手术过程。话筒也可以用于激活机器人或将机器人去激活。此外,语音命令可以用于将支承臂的柔性在非常柔性的状态和刚性的状态之间调节。

[0054] 脚踏开关(265)连接到控制器,用于用户信号。该信号可以是启动机器人激活的信号。机器人的激活也可以使得柔性装置(160)引起支承臂变得刚性。

[0055] 键盘(270)也连接到控制器来用于命令的非音频输入。该命令可以是关于话筒(260)的上文讨论的任何命令。

[0056] 诸如监视器之类的视频输出设备连接到控制器,用于向用户提供状态信息。例如,当用户使用话筒来发布言语命令时,那么该命令被显示在监视器上。

[0057] 可以提供诸如鼠标或操纵杆或轨迹球或安装在头部的指示器或手套之类的其它输入设备来用于命令输入。

[0058] 机器人臂(210)可以包括一个或多个状况传感器(184)(在图1中)。如图2所示,传感器(252、254、256)可以例如是力/力矩传感器,该力/力矩传感器在手术过程期间用信号通知在机器人臂的连接器或关节上的力和/或力矩。传感器(252、254、256)可以是跟踪传感器以在手术过程期间指示机器人臂的末端(258)的位置。传感器(252、254、256)可以是位置传感器以在手术过程期间指示支承臂的关节的位置。传感器(256)可以是检测何时有人抓握机器人臂的末端(258)附近的抓握传感器。

[0059] 图3是图1中的支承臂(130)和手术工具(105)的部分的特定实施例。在图3中,支承臂(130)是具有第一端(305)和第二远端(310)的细长结构。支承臂的第一端(305)具有用于连接到机器人(100)(在图1中)的连接器(315),并且在图3中,支承臂(300)的第二端(310)具有用于将手术工具(302)连接到支承臂的远端的连接器(320)。通常,期望的是支承臂将具有比机器人臂更多的自由度。支承臂(300)包括由多个关节(332、334、336)连接在一起的多个臂节段(322、324、326)。支承臂(300)是完全非主动的,不具有用于自身运动的装置。机器人(100)将移动支承臂的第一端以移动支承臂的第二端,从而移动手术工具/仪器。

[0060] 可以使用支承臂(300)上的杆(320)来通过对旋转关节所需的力/力矩进行调节来手动地调节该臂的柔性。可替代地或附加地,可以由机器人使用到机器人的连接(315)来调节支承臂的关节的柔性。在柔性装置的硬性设置中,关节是足够刚性的,使得当机器人在手术过程期间在主动模式中执行任务时,关节将不旋转。支承臂可以是非常硬性的或被锁

定,以使关节实质上被冻结。在柔性设置中,支承臂的硬性足够柔性,以便外科医生、助手或其他用户可以在手术过程期间手动操纵手术工具(302)以改变手术工具(302)的位置。在柔性设置中,支承臂是足够硬性的,以使手术工具不移动,除非被用户操纵。

[0061] 图1中的立即去激活器(180)可以在柔性装置被激活以增加支承臂的柔性时立即将机器人(100)去激活。例如,在图3中,杆(320)可以经由运动变送器连接到控制器,使得当杆被转动以增加支承臂的柔性时,立即去激活器启动以将机器人去激活。类似地,立即去激活器可以操作柔性装置,使得当机器人被去激活时,它引起柔性装置减小支承臂的硬性。此外,对机器人进行激活可以引起柔性装置增加支承臂的硬性以足以在手术过程期间执行任务。

[0062] 支承臂(300)包括一个或多个状况传感器(184)(在图1中)。如图3所示,该传感器可以包括在机器人臂和/或支承臂上的力/力矩传感器(350、355),该力/力矩传感器用信号通知在手术过程期间在支承臂的连接器或关节上的力和/或力矩。该传感器还可以包括跟踪传感器(360、365)以在手术过程期间指示支承臂(300)的远端(310)或手术工具(302)的位置。传感器可以包括位置传感器(370、372、374)以在手术过程期间指示支承臂的关节的位置。传感器可以包括检测何时有人抓握支承臂的远端和/或手术工具(302)的抓握传感器(383、384)。

[0063] 图4示意性示出本发明的控制器(400)的部分的特定实施例。I/O处理器(405)连接到I/O总线(410)以提供信号并且经由该总线接收信号。输入信号可以包括来自至少一个状况传感器(185)(在图1中)的信号和来自用户输入(115)(在图1中)的信号,并且输出信号可以包括用于控制机器人(100)(在图1中)的电机的信号。I/O处理器(405)连接到处理器(415),该处理器(415)是CPU、嵌入式处理器或通用处理器。CPU(415)由存储在存储器(420)中的程序模块来控制。

[0064] 存储器(420)的模块包括立即去激活器模块(430)来实施立即去激活器(180)(在图1中)。在图4中,当探测到来自状况传感器(185)(在图1中)的信号时,则立即去激活器模块(430)控制CPU来确定用户是否正在操纵支承臂的远端和/或手术工具,并且如果用户正在操纵支承臂的远端和/或手术工具,则立即去激活器(430)立即将机器人去激活。该特定实施例还包括激活器模块(435)来实施激活器(190)(在图1中)。在图4中,当用户例如使用脚踏开关来用信号通知激活时,则激活器模块确定机器人是否应当被激活,并且如果其确定要激活机器人,则激活器模块激活机器人。

[0065] 在状况传感器180(在图1中)的特定实施例中,支承臂(500)(在图5中)上的形状传感器(525)指示在手术过程期间支承臂的大致形状。在图4中,形状预测模块(460)在手术过程期间任务被执行的同时预测支承臂的形状。根据用于确定人类操作员何时手动地操纵支承臂的第二端和/或手术工具的预定标准,当大致的形状偏离预测的形状时,立即去激活模块(430)将机器人(100)(在图1中)去激活。预定标准可以例如是偏差的阈值,或可以包括可以与如下所述的手术系统的其它状况传感器有关的其它标准。

[0066] 可替代地或附加地,当机器人(100)(在图1中)被激活时,确定柔性臂的初始形状,并且在图4中,当所指示的形状与初始形状之间的差异超过用于确定人类操作员何时手动地操纵支承臂的第二端和/或手术工具的阈值(465)时,立即去激活模块(430)将机器人去激活。

[0067] 在状况传感器 180 (在图 1 中)的另一特定实施例中,位移传感器(360、365)(在图 3 中)指示在手术过程期间手术工具(382)(在图 3 中)和 / 或支承臂的远端(310)(在图 3 中)的大致线性位移和 / 或旋转位移。通常,使用跟踪传感器来执行该功能。在图 4 中,位移预测模块(470)预测支承臂的远端和 / 或手术工具在手术过程期间执行任务时的线性位移和 / 或旋转位移。根据用于确定人类操作员何时手动地操纵支承臂的第二端和 / 或手术工具的预定标准,当所指示的位移偏离预测的位移时,立即去激活模块(430)将机器人(100)(在图 1 中)去激活。该预定标准可以例如是偏差的阈值,或可以包括与如下所述的手术系统的其它状况传感器有关的其它标准。

[0068] 可替代地或附加地,当机器人(100)(在图 1 中)被激活时,确定手术工具(382)(在图 3 中)和 / 或支承臂的远端(310)(在图 3 中)的初始线性位移和 / 或旋转位移。在图 4 中,当线性位移和 / 或旋转位移与初始的线性位移和 / 或旋转位移之间的差异超过用于确定人类操作员何时手动地操纵支承臂的第二端和 / 或手术工具的阈值(475)时,立即去激活模块(430)将机器人去激活。

[0069] 在状况传感器 180 (在图 1 中)的另一特定实施例中,力传感器(350、355)(在图 3 中)指示在手术过程期间在支承臂(300)(在图 3 中)的第一端和 / 或第二端处的大致的力和 / 或力矩。在图 4 中,控制器(400)包括力预测模块(480),力预测模块(480)用于预测在手术过程期间执行任务时在支承臂的所述端处的力和 / 或力矩。根据用于确定人类操作员何时手动地操纵支承臂的第二端和 / 或手术工具的预定标准,当所指示的力和 / 或力矩偏离所预测的力和 / 或力矩时,立即去激活模块(430)将机器人(100)(在图 1 中)去激活。该预定标准可以是偏差的阈值或可以包括与如下所述的手术系统的其它状况传感器有关的其它标准。

[0070] 可替代地或附加地,当机器人(100)被激活时,确定在支承臂(130)的第一端和 / 或第二端处的初始的力和 / 或力矩。在图 4 中,当所指示的力和 / 或力矩与初始的力和 / 或力矩之间的差异超过用于确定人类操作员何时手动地操纵支承臂的第二端和 / 或手术工具的阈值(485)时,立即去激活模块(430)将机器人去激活。

[0071] 可以使用用户输入(115)(在图 1 中)来调节阈值(465、475、485)。例如,该阈值可能需要在一些手术过程期间更高,而在其它手术过程中更低,或者一些用户可能希望更高的阈值,而其他用户可能希望更低的阈值。

[0072] 此外,在图 3 中,抓握敏感开关(382、384)位于以下位置中的一个或多个处:支承臂(130)(在图 1 中)的远端和 / 或该支承臂附近的手术工具(105)。当抓握敏感开关被正在抓握支承臂的远端和 / 或手术工具的操作员激活时,立即去激活模块(430)(在图 4 中)将机器人(100)(在图 1 中)去激活。抓握敏感传感器与按钮有区别,这是因为仅仅用手指按该抓握敏感传感器并不启动信号,相反,将仅通过抓握该抓握敏感传感器所附着到的物体(手术工具和 / 或支承臂)来产生信号。

[0073] 启动机器人的立即去激活的预定标准可以是组合的标准,例如,它可能要求支承臂的形状的偏差超过阈值并且支承臂的关节处的力 / 力矩的偏差超过阈值。

[0074] 图 5 示出本发明的支承臂(500)的可替代实施例。在图 5 中,蛇形支承臂(500)包括由多个关节(512、514、516)连接在一起的多个节段(502、504、506、508)。杆(470)通过内部线连接到该支承臂的所有关节,以调节该支承臂的硬性。该支承臂包括细长的形状传

感器(525)以指示在手术过程期间支承臂的大致形状。该形状传感器被沿着支承臂的长度连接。信号导体(530)经由连接器(515)路由到控制器(110)。该形状传感器可以是例如形状带(shape tape)或布拉格光栅光纤或上文针对图1中的状况传感器(185)所讨论的其它类型的形状传感器。

[0075] 图6是示出图1中的手术系统的操作的部分的特定实施例的流程图。该图仅示出与非主动模式和主动模式之间的转变有关的操作。该流程图没有示出该手术系统的最终关闭的初始启动。在步骤(605)中,该流程图从机器人处于非主动模式开始。在非主动模式中,机器人(100)的电机被关闭。可以通过切断送往该电机的所有电力来关闭它们,和/或可以设置电机断路器/电机锁。机器人是刚性的并且不活动的,从而机器人不会在手术过程期间意外移动。

[0076] 在步骤(610)中,当在非主动模式时,支承臂(130)的柔性可以被充分增加以允许手术工具(105)和/或支承臂(130)被操纵,使得用户手动地重定位手术工具。可以提供增加的柔性,使得手术工具将在用户不施加力来移动它的情况下移动。柔性可以被手动地增加和/或柔性可以由被切换到非主动模式的机器人(100)自动地增加。

[0077] 在步骤(615)中,当在非主动模式时,支承臂(130)的柔性可以被充分减小以允许机器人在手术任务期间控制手术工具(105)的移动。可以使支承臂变得本质上刚性和实质上非柔性的。可以手动地减小柔性。当手动地使支承臂变得柔性时,则在机器人被切换到主动模式之前应当使支承臂变得刚性。此外,可以由被切换到主动模式的机器人(100)自动减小柔性,如在下面描述的步骤(625)中的那样。

[0078] 当在非主动模式时,在步骤(620),手术系统连续不断地扫描用于激活机器人的激活信号。如果不存在激活信号,则机器人继续以非主动模式操作。如果存在激活信号,则机器人切换到如下所述的主动模式中。可以由在机器人(100)上或在支承臂(130)上的脚踏开关或简单的按钮来提供该激活信号。

[0079] 在步骤(625)中,机器人在主动模式中操作。机器人被预编程有预定的任务。机器人包括用户输入装置(115)以使用户启动该任务的执行。手术系统包括具有第一端(305)和第二远端(310)的细长支承臂(130),该支承臂的第一端(305)连接到机器人(100),该支承臂的第二远端(310)连接到手术工具(105)。在主动模式中,机器人(100)控制支承臂(130)的重定位,用于在手术过程期间控制手术系统的手术工具(105)的重定位。支承臂(130)在主动模式中是足够硬性的,以允许机器人(100)经由支承臂(130)向手术工具(105)施加足够的力和力矩,从而在手术期间执行任务。支承臂(130)不具有用于自身移动的电机或其它装置,因此它在手术过程期间保持完全被动。

[0080] 当在主动模式时,在步骤(630),手术系统连续不断地扫描用于将机器人去激活的去激活信号。传感器被设置在机器人臂(210)和/或支承臂(130)和/或手术工具(105)上,用于指示用户何时试图手动地操纵支承臂(130)的第二端和/或手术工具(105)。立即去激活器(180)使用用于确定用户何时试图手动地操纵支承臂(130)的第二端和/或手术工具(105)的标准。在所述确定之后,则通过将机器人(100)的操作模式从主动模式改变到非主动模式来立即将机器人去激活。

[0081] 最后,上面的讨论旨在仅仅是说明本发明,而不应被理解为将所附权利要求限制到任何特定的实施例或实施例组。所采用的每个系统也可以与另外的系统结合使用。因

此,虽然已经参考其特定的示例性实施例特别详细地描述了本发明,但是应当认识到,可以对其进行很多修改和改变,而不偏离如所附权利要求中阐述的本发明的更宽的和预期的精神和范围。说明书和附图相应地被认为是示例性方式的,并且说明书和附图不是要限制所附权利要求的范围。

[0082] 在解释所附权利要求时,应当理解的是:

[0083] a) 词语“包括”不排除除了在给定权利要求中列出的那些元件或动作之外还存在其它元件或动作;

[0084] b) 元件前面的词语“一个”或“一种”不排除多个这样的元件的存在;

[0085] c) 权利要求中的任何附图标记仅仅用于说明的目的,而不是限制权利要求的保护范围;

[0086] d) 若干个“装置”可以由相同的物品或硬件或软件实现的结构或功能来表示;以及

[0087] e) 每个所公开的元件可以由硬件部分(例如,分立的电子电路)、软件部分(例如,计算机编程)或其任何组合组成。

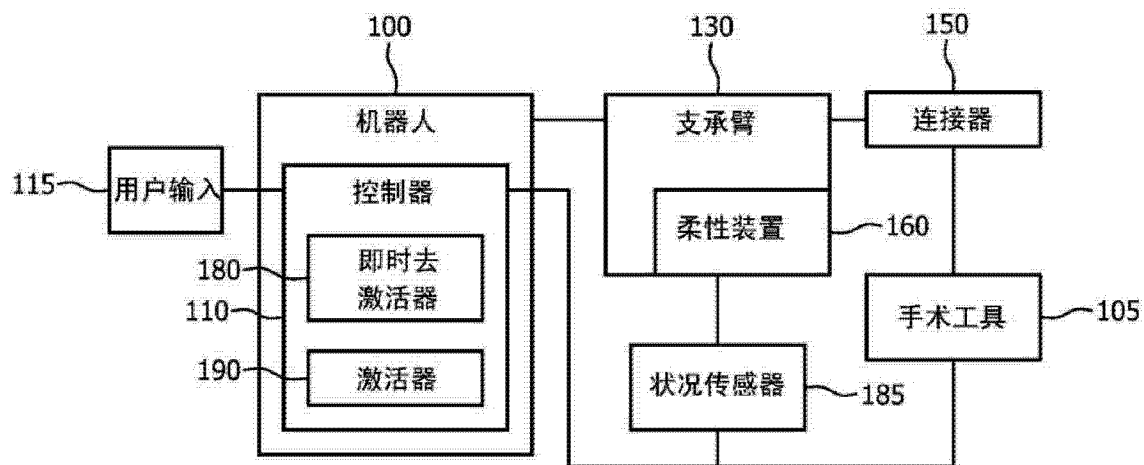


图 1

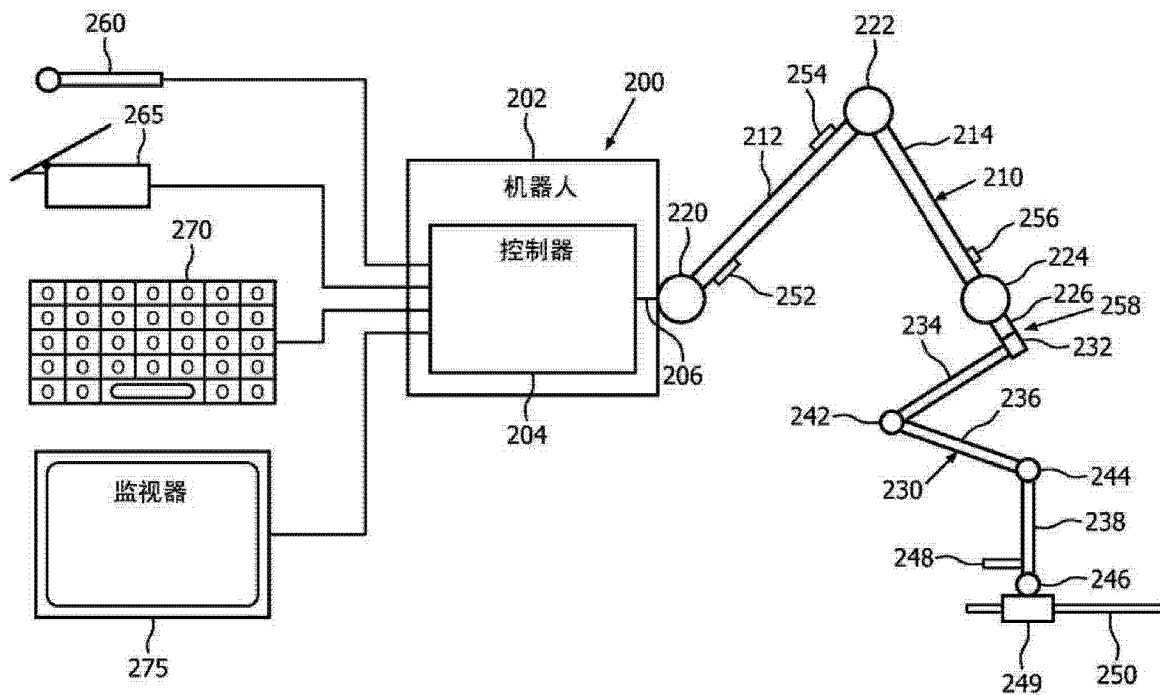


图 2

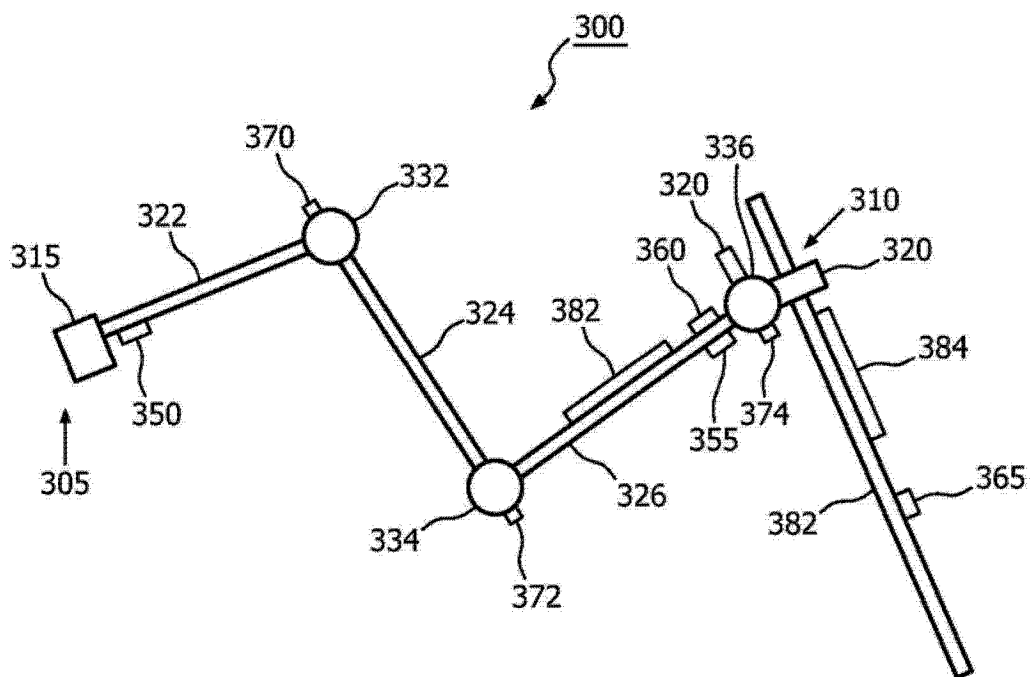


图 3

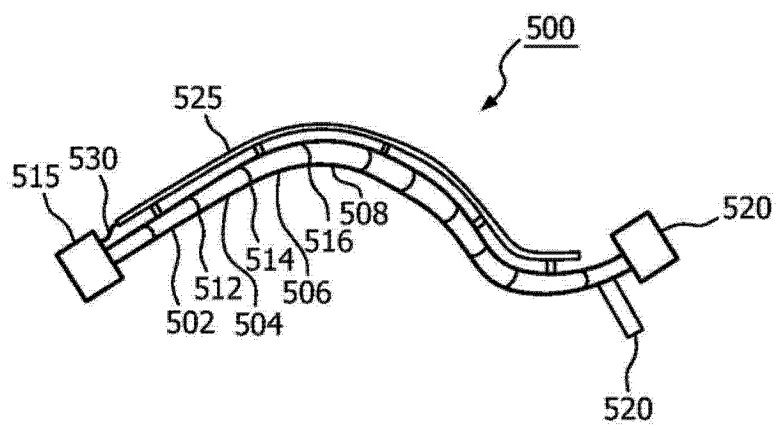


图 5

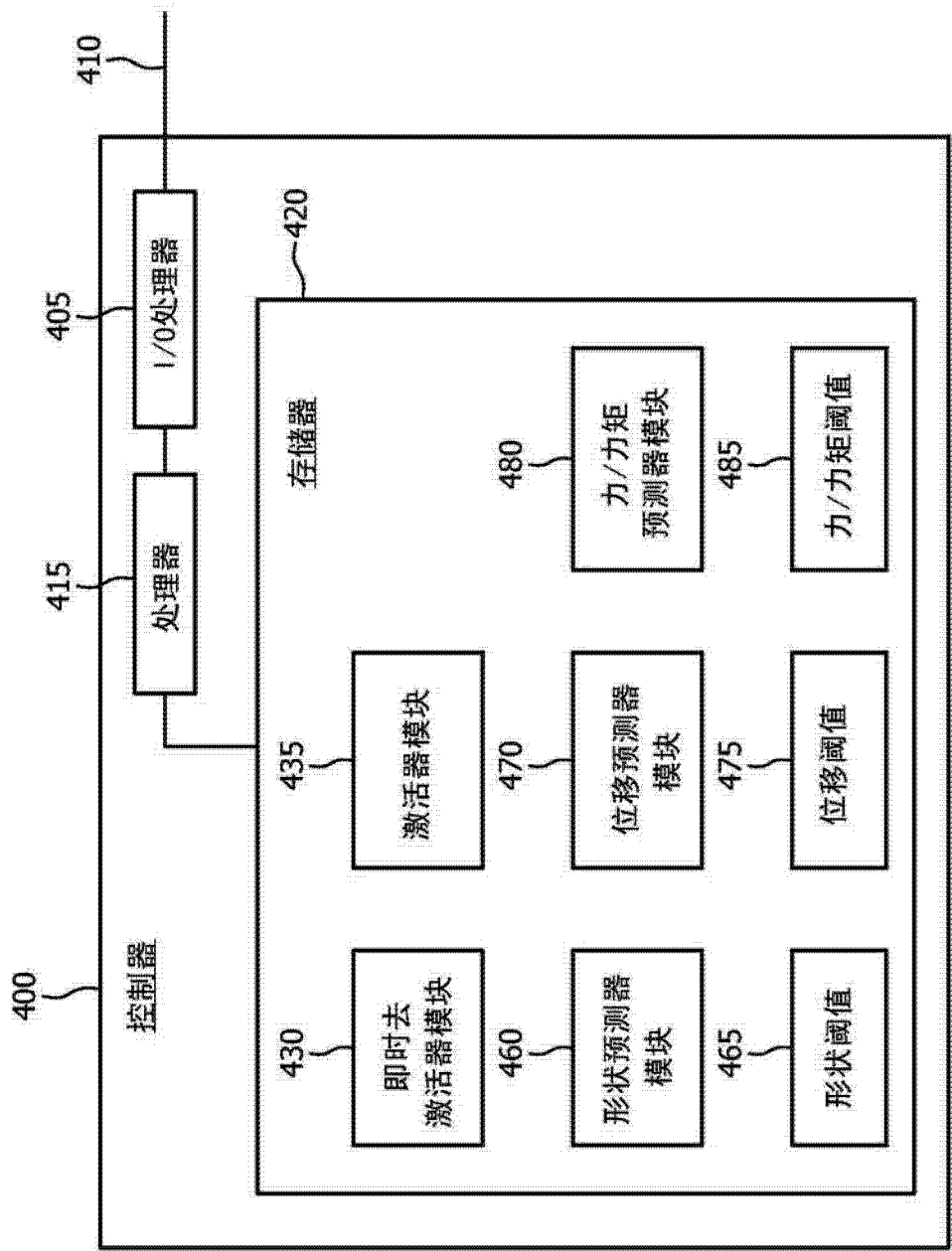


图 4

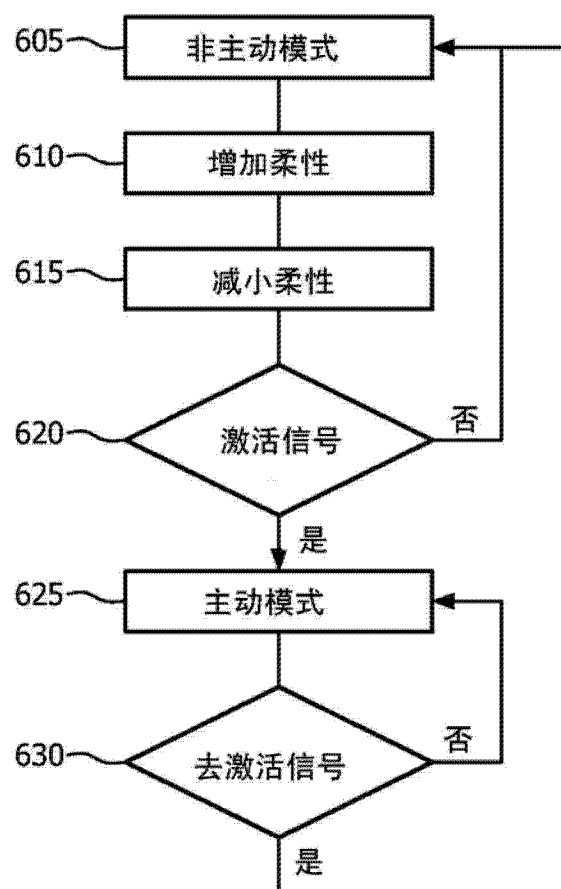


图 6

专利名称(译)	用于内窥镜辅助机器人的人-机器人共享控制		
公开(公告)号	CN102665590A	公开(公告)日	2012-09-12
申请号	CN201080051815.2	申请日	2010-11-15
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
[标]发明人	A波波维奇		
发明人	A·波波维奇		
IPC分类号	A61B19/00		
CPC分类号	A61B34/30 A61B34/37 A61B2017/00203 A61B2034/301 A61B2090/064		
代理人(译)	张伟 王英		
优先权	61/261390 2009-11-16 US		
其他公开文献	CN102665590B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种手术系统包括具有主动操作模式和非主动模式两者的机器人、用于支承手术工具的支承臂、以及用于依据来自至少一个状况传感器的信号来确定人类操作员何时手动操纵支承臂或手术工具的立即去激活器。紧接着该确定之后，立即去激活器将机器人去激活。支承臂包括用于增加或减小支承臂的柔性的硬性增加器/硬性减少器。在非主动模式中，支承臂的硬性可以被充分减小以在柔性的支承臂连接在机器人和手术工具之间时允许人类操作员对将手术工具重定位到新位置中进行灵巧地控制。此外，支承臂的硬性可以被充分增加用于实质上将它锁定为刚性的固定形状，用于在机器人的主动模式中提供足够的刚性，以重定位刚性的支承臂，用于重定位手术工具以执行由外科医生命令输入启动的预编程任务。支承臂在机器人的主动模式和非主动模式中都是完全非主动的。

