



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105411681 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201510974525. X

(22) 申请日 2015. 12. 22

(71) 申请人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大
直街 92 号

(72) 发明人 潘博 付宜利 艾跃 王树国
曲效锋

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事
务所 23109

代理人 牟永林

(51) Int. Cl.

A61B 34/37(2016. 01)

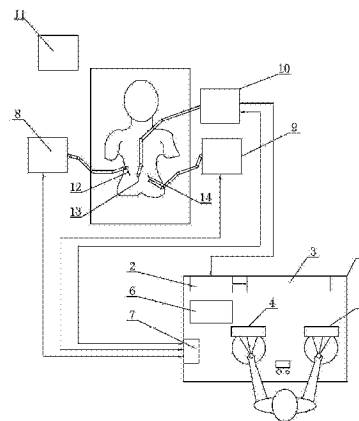
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

分体式微创手术机器人的手眼协调控制系统
及方法

(57) 摘要

分体式微创手术机器人的手眼协调控制系统及方法, 它涉及一种手眼协调控制系统及方法, 具体涉及一种分体式微创手术机器人的手眼协调控制系统及方法。本发明为了解决现有微创手术机器人操控过程中经常会发生手眼协调不一致的问题。本发明包括主控制台、第一持械臂、第二持械臂、持镜臂、第一手术器械、腹腔镜和第二手术器械, 主控制台上设有 3D 显示系统、3D 显示器、第一主操作手、第二主操作手、工控机和工业路由器, 腹腔镜安装在持镜臂的持镜端上。本发明属于医疗机器人操控领域。



1. 分体式微创手术机器人的手眼协调控制系统,其特征在于:所述分体式微创手术机器人的手眼协调控制系统包括主控制台(1)、第一持械臂(8)、第二持械臂(9)、持镜臂(10)、第一手术器械(12)、腹腔镜(13)和第二手术器械(14),主控制台(1)上设有3D显示系统(2)、3D显示器(3)、第一主操作手(4)、第二主操作手(5)、工控机(6)和工业路由器(7),腹腔镜(13)安装在持镜臂(10)的持镜端上,3D显示系统(2)的图像信号接收端通过腹腔镜(13)的图像信号发送端连接,3D显示系统(2)将图像信息传输给3D显示器(3)显示出来,第一手术器械(12)与第一持械臂(8)的从手机械臂端连接,第二手术器械(14)与第二持械臂(9)的从手机械臂端连接,工控机(6)的通信端口与工业路由器(7)连接,第一持械臂(8)、第二持械臂(9)、持镜臂(10)的通信端口均与工业路由器(7)连接。

2. 根据权利要求1所述分体式微创手术机器人的手眼协调控制系统,其特征在于:所述分体式微创手术机器人的手眼协调控制系统还包括位姿跟踪测量系统(11),位姿跟踪测量系统(11)设置在患者手术部位的上方。

3. 一种权利要求1所述分体式微创手术机器人的手眼协调控制系统的协调控制方法,其特征在于:所述分体式微创手术机器人的手眼协调控制方法是通过如下步骤实现的:

步骤一、建立主手运动学模型:通过主操作手正运动学计算获得主手末端坐标系与基座坐标系的关系;

步骤二、利用实际测量结果得到主手基坐标系相对于显示器坐标系的变换矩阵A,进而求出主手末端坐标系相对于显示器坐标系的转换矩阵B;

步骤三、将步骤二中得到的转换矩阵B映射到持械臂的从手机械臂端,得到手术器械的末端相对于腹腔镜(13)末端的转换矩阵C;

步骤四、利用持镜臂关节处安装的外置编码器,读取当前持镜臂的关节角度,并进行正运动学计算,得到腹腔镜(13)末端坐标系相对于其极坐标系变换矩阵D;

步骤五、利用位姿跟踪测量系统(11)分别测出持械臂和持镜臂(10)的基坐标系在位姿跟踪测量系统(11)中的位置和方向;

步骤六、记录持镜臂(10)基坐标系相对于位姿跟踪测量系统(11)坐标系的变换矩阵E和持械臂基坐标系相对于位姿跟踪测量系统(11)坐标系的变换矩阵F,根据变换矩阵E和变换矩阵F计算出持械臂基坐标系与持镜臂(10)基坐标系变换矩阵G;

步骤七、根据变换矩阵D和变换矩阵G求出持械臂基坐标系与腹腔镜(13)末端坐标系的转换矩阵H;

步骤八、结合转换矩阵C得到手术器械末端坐标系相对于其基座坐标系的转换矩阵I;

步骤九、对持械臂进行运动学逆解,最终求出持械臂各个关节的运动信息,将持械臂各个关节的运动信息发送给持械臂的关节电机,实现医生通过3D显示器(3)观察到的手术器械的运动与手部运动保持一致。

分体式微创手术机器人的手眼协调控制系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种手眼协调控制系统及方法,具体涉及一种分体式微创手术机器人的手眼协调控制系统及方法,属于医疗机器人操控领域。

背景技术

[0002] 与传统的人工微创手术相比,微创手术机器人作为诸多医疗机器人的一种,它可以协助医生完成手术部位的精确定位,减轻医生的劳动强度,提高手术治疗的精度与质量,缩短治疗时间,其作为发展中的新型产业,有着不可估量的广阔市场前景。在传统的腹腔镜微创手术过程中,手持式的手术器械通过患者腹腔上的切口插入患者腹腔内,于是在切口处由于支点效应,医生的手部运行与通过腹腔镜传输给屏幕显示的腹腔内手术器械的运动不一致,这样会给医生的手术操作带来不便。而在微创手术机器人系统中,由于医生不直接操作手术器械,而是采用主从控制的模式,即医生操作主控制台上的主操作手,来控制位于病床端的机械臂,由机械臂驱动手术器械完成操作。目前,医生在操控微创手术机器人的机械臂时,经常会发生医生手部运行与通过腹腔镜传输给屏幕显示的由机械臂驱动的手术器械的运动不一致的情况,影响了手术操作精度。

发明内容

[0003] 本发明为解决现有微创手术机器人操控过程中经常会发生手眼协调不一致的问题,进而提出分体式微创手术机器人的手眼协调控制系统及方法

[0004] 本发明为解决上述问题采取的技术方案是:本发明所述控制系统包括主控制台、第一持械臂、第二持械臂、持镜臂、第一手术器械、腹腔镜和第二手术器械,主控制台上设有3D显示系统、3D显示器、第一主操作手、第二主操作手、工控机和工业路由器,腹腔镜安装在持镜臂的持镜端上,3D显示系统的图像信号接收端通过腹腔镜的图像信号发送端连接,3D显示系统将图像信息传输给3D显示器显示出来,第一手术器械与第一持械臂的从手机械臂端连接,第二手术器械与第二持械臂的从手机械臂端连接,工控机的通信端口与工业路由器连接,第一持械臂、第二持械臂、持镜臂的通信端口均与工业路由器连接。

[0005] 本发明所述方法的具体步骤如下:

[0006] 步骤一、建立主手运动学模型:通过主操作手正运动学计算获得主手末端坐标系与基座坐标系的关系;

[0007] 步骤二、利用实际测量结果得到主手基坐标系相对于显示器坐标系的变换矩阵A,进而求出主手末端坐标系相对于显示器坐标系的转换矩阵B;

[0008] 步骤三、将步骤二中得到的转换矩阵B映射到持械臂的从手机械臂端,得到手术器械的末端相对于腹腔镜末端的转换矩阵C;

[0009] 步骤四、利用持镜臂关节处安装的外置编码器,读取当前持镜臂的关节角度,并进行正运动学计算,得到腹腔镜末端坐标系相对于其极坐标系变换矩阵D;

[0010] 步骤五、利用位姿跟踪测量系统分别测出持械臂和持镜臂的基坐标系在位姿跟踪

测量系统中的位置和方向；

[0011] 步骤六、记录持镜臂基坐标系相对于位姿跟踪测量系统坐标系的变换矩阵 E 和持械臂基坐标系相对于位姿跟踪测量系统坐标系的变换矩阵 F，根据变换矩阵 E 和变换矩阵 F 计算出持械臂基坐标系与持镜臂基坐标系变换矩阵 G；

[0012] 步骤七、根据变换矩阵 D 和变换矩阵 G 求出持械臂基坐标系与腹腔镜末端坐标系的转换矩阵 H；

[0013] 步骤八、结合转换矩阵 C 得到手术器械末端坐标系相对于其基坐标系的转换矩阵 I；

[0014] 步骤九、对持械臂进行运动学逆解，最终求出持械臂各个关节的运动信息，将持械臂各个关节的运动信息发送给持械臂的关节电机，实现医生通过 3D 显示器观察到的手术器械的运动与手部运动保持一致。

[0015] 本发明的有益效果是：本发明通过对主操作手、显示器、持械机械臂以及持镜机械臂所建立的参考坐标系进行相应的转换，并利用机械臂的运动学模型，使得操作者利用 3D 显示器观察到的从手手术器械的运动与操作主操作手产生的运动保持一致，实现直觉控制；本发明能够克服传统腹腔镜微创手术中医生手眼动作不一致的缺点，实现直觉控制。

附图说明

[0016] 图 1 是本发明的俯视图，图 2 是机械臂与位姿跟踪测量系统相关坐标关系示意图，图 3 是主控制台相应坐标系关系示意图。

具体实施方式

[0017] 具体实施方式一：结合图 1 至图 3 说明本实施方式，本实施方式所述分体式微创手术机器人的手眼协调控制系统包括主控制台 1、第一持械臂 8、第二持械臂 9、持镜臂 10、第一手术器械 12、腹腔镜 13 和第二手术器械 14，主控制台 1 上设有 3D 显示系统 2、3D 显示器 3、第一主操作手 4、第二主操作手 5、工控机 6 和工业路由器 7，腹腔镜 13 安装在持镜臂 10 的持镜端上，3D 显示系统 2 的图像信号接收端通过腹腔镜 13 的图像信号发送端连接，3D 显示系统 2 将图像信息传输给 3D 显示器 3 显示出来，第一手术器械 12 与第一持械臂 18 的从手机械臂端连接，第二手术器械 14 与第二持械臂 9 的从手机械臂端连接，工控机 6 的通信端口与工业路由器 7 连接，第一持械臂 8、第二持械臂 9、持镜臂 10 的通信端口均与工业路由器 7 连接。

[0018] 具体实施方式二：结合图 1 至图 3 说明本实施方式，本实施方式所述分体式微创手术机器人的手眼协调控制系统还包括位姿跟踪测量系统 11，位姿跟踪测量系统 11 设置在患者手术部位的上方。其它组成及连接关系与具体实施方式一相同。

[0019] 具体实施方式三：结合图 1 至图 3 说明本实施方式，本实施方式所述分体式微创手术机器人的手眼协调控制方法是通过如下步骤实现的：

[0020] 步骤一、建立主手运动学模型：通过主操作手正运动学计算获得主手末端坐标系与基座坐标系的关系；

[0021] 步骤二、利用实际测量结果得到主手基坐标系相对于显示器坐标系的变换矩阵 A，进而求出主手末端坐标系相对于显示器坐标系的转换矩阵 B；

[0022] 步骤三、将步骤二中得到的转换矩阵 B 映射到持械臂的从手机械臂端,得到手术器械的末端相对于腹腔镜 13 末端的转换矩阵 C;

[0023] 步骤四、利用持镜臂关节处安装的外置编码器,读取当前持镜臂的关节角度,并进行正运动学计算,得到腹腔镜 13 末端坐标系相对于其极坐标系变换矩阵 D;

[0024] 步骤五、利用位姿跟踪测量系统 11 分别测出持械臂和持镜臂 10 的基坐标系在位姿跟踪测量系统 11 中的位置和方向;

[0025] 步骤六、记录持镜臂 10 基坐标系相对于位姿跟踪测量系统 11 坐标系的变换矩阵 E 和持械臂基坐标系相对于位姿跟踪测量系统 11 坐标系的变换矩阵 F,根据变换矩阵 E 和变换矩阵 F 计算出持械臂基坐标系与持镜臂 10 基坐标系变换矩阵 G;

[0026] 步骤七、根据变换矩阵 D 和变换矩阵 G 求出持械臂基坐标系与腹腔镜 13 末端坐标系的转换矩阵 H;

[0027] 步骤八、结合转换矩阵 C 得到手术器械末端坐标系相对于其基坐标系的转换矩阵 I;

[0028] 步骤九、对持械臂进行运动学逆解,最终求出持械臂各个关节的运动信息,将持械臂各个关节的运动信息发送给持械臂的关节电机,实现医生通过 3D 显示器 3 观察到的手术器械的运动与手部运动保持一致。

[0029] 本实施方式中所述持械臂是指第一持械臂 8 和第二持械臂 9,所述手术器械是指第一手术器械 12 和第二手术器械 14。

[0030] 工作原理

[0031] 微创手术过程中,持械臂上的手术器械的动作通过腹腔镜 13 传输给主控台 1 的 3D 显示器 3 显示,即手术器械末端坐标系的位姿变化是相对于腹腔镜 13 末端坐标系来实现的。位姿跟踪测量系统 11 用于测量持械臂的基坐标系、持镜臂 10 基坐标系相对于位姿跟踪测量系统 11 基坐标系的位置和方向,持械臂的末端装有手术器械,持镜臂 10 的末端装有腹腔镜 13;持械臂基坐标系与手术器械末端坐标系的关系是由对应机械臂的运动学模型经过计算得到的;持镜臂 10 基坐标系与腹腔镜 13 末端坐标系的关系是由对应机械臂的运动学模型经过计算得到。

[0032] 微创手术过程中医生的实际操作过程,即根据 3D 显示器观察由腹腔镜和 3D 显示系统 2 传输的患者腹腔内的实时图像,操作第一主操作手 4 和第二主操作手 5 完成手术动作,这时,3D 显示器 3 中观察到的手术器械也要跟随医生完成相同的动作,也就是说医生手部的动作是相对于 3D 显示器来实施的,这就需要将医生手部在主手坐标系下的运动转换到在 3D 显示器的坐标下的运动,主操作手末端操作杆坐标系与主操作手基坐标系之间的关系可以根据主操作手的运动学模型进行计算得出,主操作手基坐标系与 3D 显示器 3 坐标系之间的转换关系可以根据实际参数进行测量。

[0033] 医生进行手术操作的主控制台 1 用于将医生手部的运动信息转换成第一持械臂 8 和第二持械臂 9 的从手机械臂的运动控制信号,并发送给第一持械臂 8 和第二持械臂 9 的从手机械臂关节电机,控制电机带动关节运动,完成手术操作;3D 显示系统 2 及 3D 显示器 3 用于显示腹腔镜 13 反馈回的手术图像信息;第一主操作手 4 和第二主操作手 5,用于采集医生的手部动作,将数据传给工控机 6 进行处理;工控机 6 作为控制系统的核心运算单元,用于初始化控制系统及设置系统参数;实时采集主手的位置指令;运行控制算法;发送关

节运动指令 ;接收从手关节运动信息、I/O 信号 ;管理各个模块之间的关系 ;实现医生与主控制台信息的交互,工业路由器 7 用于主控制台 1 与第一持械手 8 和第二持械臂 9 的从手机械臂进行数据交换 ;

[0034] 第一持械臂 8 的末端装有第一手术器械 12,第二持械臂 9 的末端装有第二手术器械 14,通过机械臂的关节联动,使得末端的第一手术器械 12 和第二手术器械 14 可以跟随医生的手部动作完成相应手术操作 ;持镜臂 10 末端装有腹腔镜 13,用来实时地捕捉手术图像,并通过 3D 显示系统 2 及 3D 显示器 3 呈现给手术医生患者腹腔内真实的手术场景 ;位姿跟踪测量系统 11 测量第一持械臂 8、第二持械臂 9、持镜臂 10 基础坐标系之间的位姿关系,这是实现手眼协调控制的必要条件。

[0035] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围内,当可利用上述揭示的技术内容做出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例,但凡是未脱离本发明技术方案内容,依据本发明的技术实质,在本发明的精神和原则之内,对以上实施例所作的任何简单的修改、等同替换与改进等,均仍属于本发明技术方案的保护范围之内。

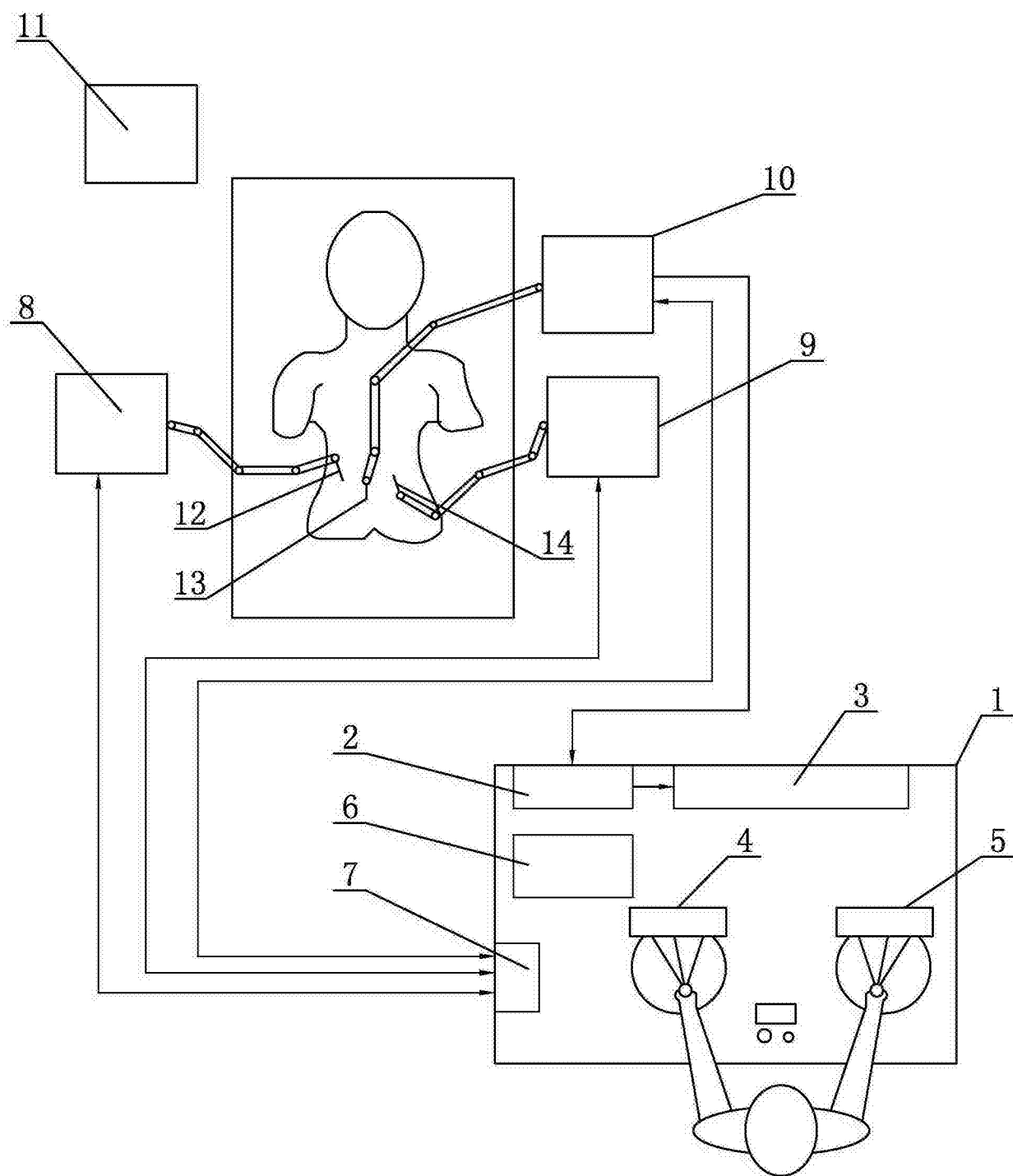


图 1

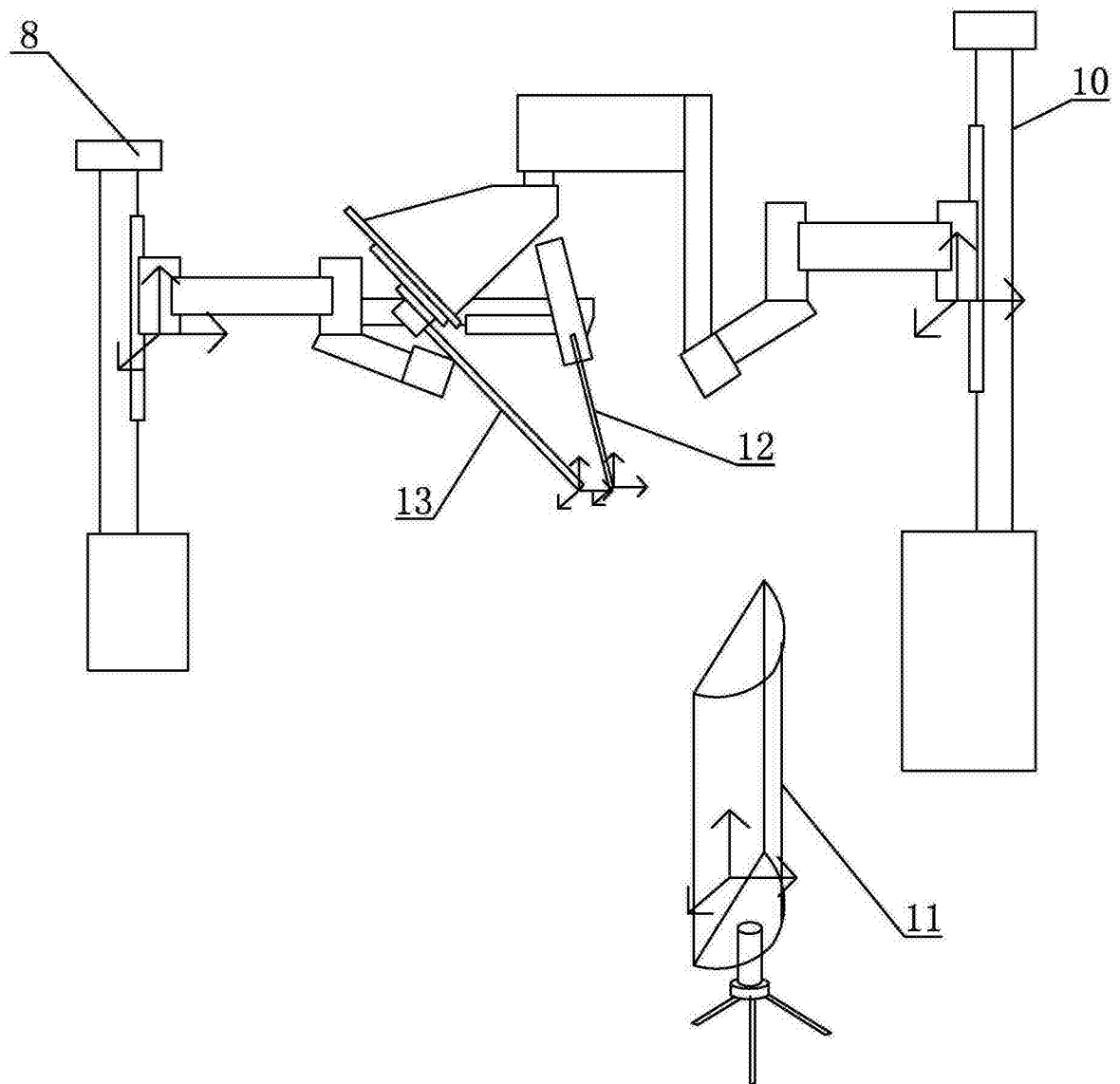


图 2

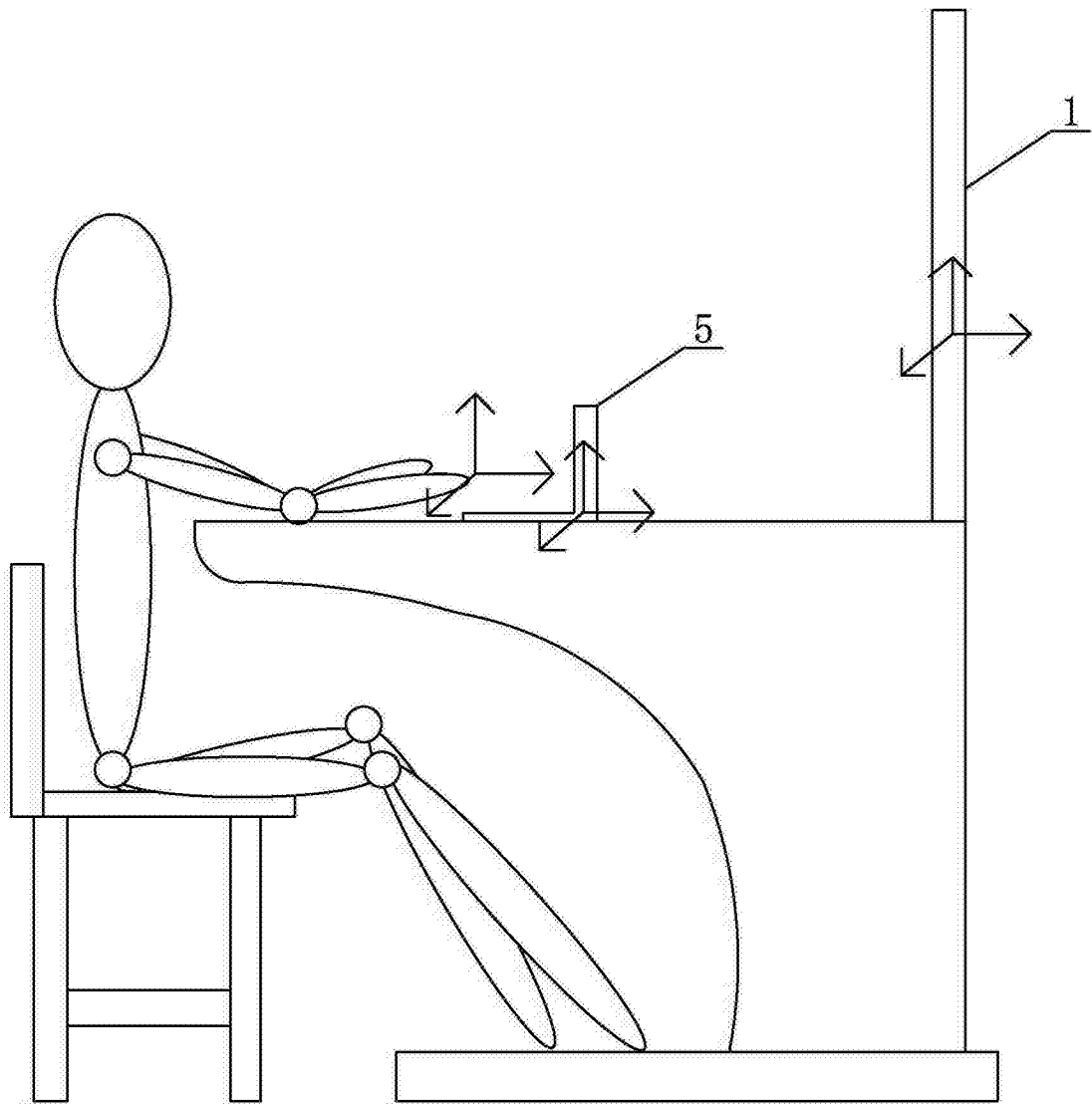


图 3

专利名称(译)	分体式微创手术机器人的手眼协调控制系统及方法		
公开(公告)号	CN105411681A	公开(公告)日	2016-03-23
申请号	CN201510974525.X	申请日	2015-12-22
[标]申请(专利权)人(译)	哈尔滨工业大学		
申请(专利权)人(译)	哈尔滨工业大学		
当前申请(专利权)人(译)	哈尔滨工业大学		
[标]发明人	潘博 付宜利 艾跃 王树国 曲效锋		
发明人	潘博 付宜利 艾跃 王树国 曲效锋		
IPC分类号	A61B34/37		
其他公开文献	CN105411681B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

分体式微创手术机器人的手眼协调控制系统及方法，它涉及一种手眼协调控制系统及方法，具体涉及一种分体式微创手术机器人的手眼协调控制系统及方法。本发明为了解决现有微创手术机器人操控过程中经常会发生手眼协调不一致的问题。本发明包括主控制台、第一持械臂、第二持械臂、持镜臂、第一手术器械、腹腔镜和第二手术器械，主控制台上设有3D显示系统、3D显示器、第一主操作手、第二主操作手、工控机和工业路由器，腹腔镜安装在持镜臂的持镜端上。本发明属于医疗机器人操控领域。

