



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106236268 B

(45)授权公告日 2019.12.10

(21)申请号 201610796025.6

A61B 34/35(2016.01)

(22)申请日 2016.08.31

A61B 17/00(2006.01)

A61B 34/32(2016.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106236268 A

(43)申请公布日 2016.12.21

(73)专利权人 北京术锐技术有限公司

地址 100192 北京市海淀区西小口路66号

东升科技园B-2楼D101A-63室

(72)发明人 徐凯 戴正晨 赵彬 赵江然

阳志雄 梅务昆

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 徐宁 孙楠

(51)Int.Cl.

A61B 34/30(2016.01)

(56)对比文件

US 2015066051 A1,2015.03.05,全文.

CN 101803952 A,2010.08.18,全文.

CN 105395254 A,2016.03.16,全文.

CN 104736095 A,2015.06.24,全文.

CN 104042344 A,2014.09.17,说明书第

[0048]-[0079]、[0086]、[0161]-[0167]段,附图1-4.

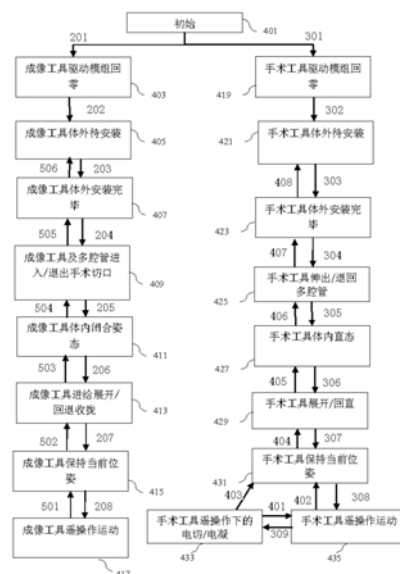
审查员 刘洋洋

(54)发明名称

手术机器人的成像工具与手术工具展开实施、退出方法

(57)摘要

本发明涉及一种手术机器人的成像工具与手术工具展开实施、退出方法,其步骤:设置包括主控端、受控端、执行端的控制系统;将成像工具驱动模组和成像工具、手术工具驱动模组和手术工具从初始状态依次切换为回零状态、体外待安装状态、体外安装完毕状态、成像工具及多腔管进入手术切口状态/手术工具伸出多腔管状态、体内闭合姿态状态/直态状态、成像工具进给展开状态/手术工具展开状态、保持当前位姿状态、遥操作运动状态和手术工具遥操作下的电切/电凝状态,完成成像工具和手术工具展开实施;当手术工具遥操作运动状态和成像工具遥操作运动状态结束后退出手术工具,然后退出成像工具。本发明能有效保证单孔腹腔镜手术的正常施展。



1. 一种手术机器人的成像工具与手术工具展开控制系统,其特征在于,该系统包括:主控端、受控端和执行端;主控端包括遥控操作设备和主控计算机;受控端包括嵌入式计算机、成像用嵌入式计算机、手术工具用嵌入式计算机、成像工具驱动模组和手术工具驱动模组;执行端包括成像工具和手术工具;

控制成像工具展开、手术工具展开;

成像工具展开与手术工具展开相似,成像工具展开或手术工具展开是将成像工具驱动模组和成像工具或将手术工具驱动模组和手术工具从初始状态依次切换为成像工具驱动模组或手术工具驱动模组回零状态、成像工具或手术工具体外待安装状态、成像工具或手术工具体外安装完毕状态,完成展开;

手术工具驱动模组、手术工具从手术工具体外安装完毕状态切换为手术工具伸出多腔管状态过程为:

1) 主控计算机接收指令,将产生的新状态信号通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机将手术工具驱动模组和手术工具对应的状态切换为手术工具伸出多腔管状态或手术工具展开状态;

2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将手术工具伸出多腔管状态信息或手术工具展开状态信息传输至主控端的显示器进行显示;

3) 主控计算机接收状态切换信号后,产生目标位姿信号,主控计算机将该目标位姿信号通过局域网发送给手术工具用嵌入式计算机,手术工具用嵌入式计算机接收目标位姿信号后对手术工具驱动模组及手术工具进行闭环控制;其中,目标位姿信号包括手术工具伸出多腔管后手术执行器的位姿信息或手术工具伸出多腔管的部分侧向展开后手术执行器的位姿信息。

2. 如权利要求1所述的手术机器人的成像工具与手术工具展开控制系统,其特征在于:成像工具驱动模组与手术工具驱动模组从初始状态切换为回零状态过程相似,其过程如下:

1) 主控计算机接收成像工具驱动模组或手术工具驱动模组回零指令,并将产生的新状态信号经局域网发送至嵌入式计算机,嵌入式计算机将成像工具驱动模组或手术工具驱动模组的状态切换为回零状态;

2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网反馈至主控计算机,由主控计算机将回零状态信息传输至主控端的显示器进行显示;

3) 嵌入式计算机通过局域网向成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机发送状态切换信号,成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机通过通信总线向成像工具驱动模组或手术工具驱动模组中的控制模块发送控制信号,使成像工具驱动模组或手术工具驱动模组执行回零操作;

4) 嵌入式计算机通过通信总线监听成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机向成像工具驱动模组或手术工具驱动模组发送的控制信号,以及成像工具驱动模组或手术工具驱动模组中的控制模块向成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机发送的状态切换信号。

3. 如权利要求1所述的手术机器人的成像工具与手术工具展开控制系统,其特征在于:成像工具驱动模组和手术工具驱动模组从回零状态切换为体外待安装状态的过程相似,其

中,成像工具驱动模组的状态切换动作是由成像工具驱动模组完成回零操作后自动触发,手术工具驱动模组的状态切换动作是由手术工具驱动模组完成回零操作后自动触发;此时,成像工具驱动模组、手术工具驱动模组中的电机的输出轴全部转至零点位置:

1) 成像工具驱动模组或手术工具驱动模组中的控制模块通过通信总线向成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机发送状态切换信号;成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机通过局域网向嵌入式计算机发送新状态信号;

2) 嵌入式计算机将成像工具驱动模组或手术工具驱动模组对应的状态切换为体外待安装状态;

3) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将体外待安装状态信息传输至主控端的显示器进行显示。

4. 如权利要求1所述的手术机器人的成像工具与手术工具展开控制系统,其特征在于:成像工具驱动模组和成像工具与手术工具驱动模组和手术工具从体外待安装状态切换为体外安装完毕状态过程相似,其过程如下:

1) 将成像工具与成像工具驱动模组或手术工具与手术工具驱动模组都经过无菌屏障连接,将多腔管与基座经过无菌屏障连接;成像工具驱动模组或手术工具驱动模组中的联轴器分别与成像工具或手术工具中的联轴器连接在一起传递运动;

2) 成像工具或手术工具远端伸入并穿过多腔管中的腔道,成像工具末端所携带的成像照明模组与多腔管末端贴合,并保持手术工具末端所携带的手术执行器在多腔管内部;

3) 成像工具驱动模组或手术工具驱动模组中的读取芯片与成像工具或手术工具上的信息标签连接,读取芯片读取信息标签中保存的相关信息;若读取芯片未能成功读取信息标签中相关信息,则成像工具或手术工具未安装完毕;若安装完毕,则进入下一步;其中,相关信息包括尺寸、使用次数以及工具种类信息;

4) 读取芯片通过通信总线将相关信息上传至成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机,成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机根据相关信息采取对应的控制参数和策略。

手术机器人的成像工具与手术工具展开实施、退出方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种医疗器械使用方法,特别是关于一种手术机器人的成像工具与手术工具展开实施、退出方法。

背景技术

[0002] 现代医疗领域中,手动多孔腹腔镜微创手术已被广泛应用于临床。此类微创手术成功降低了病人的术后疼痛、并发症概率、康复时间并改善了术后疤痕。近几年,为方便医生操作以及实现更好的术后产出,机器人辅助的多孔腹腔镜微创手术得到广泛的应用,其中由美国Intuitive Surgical公司(美国直觉外科公司)推出的达芬奇手术机器人系统,可辅助医生完成多孔腹腔镜微创手术,取得了商业上的巨大成功。

[0003] 为了进一步减小手术创伤面积与康复时间,研究者提出了单孔腹腔镜微创手术。相较于多孔腹腔镜微创手术需要多个体表切口,单孔腹腔镜微创手术中所有手术工具均由一个体表切口(通常是肚脐)进入腹腔,进一步减小了对患者的创伤。然而,此类单孔腹腔镜微创手术无论对手术器械的设计还是手术时医生的操作均提出了更高的要求。基于传统刚性手术工具的手动单孔腹腔镜手术由于存在复杂的手眼协同操作需求,加之手术工具的灵活度有限、工作范围较小等困难,手动单孔腹腔镜手术尚未广泛应用于临床。

[0004] 通过合理规划设计单孔腹腔镜手术机器人系统,可有效解决手动单孔腹腔镜手术中存在的问题,现存单孔腹腔镜手术机器人系统技术方案与手术施展方法尚未发展成熟。

发明内容

[0005] 针对上述问题,本发明的目的是提供一种手术机器人的成像工具与手术工具展开实施、退出方法,该方法能有效保证单孔腹腔镜手术的正常施展。

[0006] 为实现上述目的,本发明采取以下技术方案:一种手术机器人的成像工具与手术工具展开实施、退出方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:步骤一:设置一包括主控端、受控端、执行端的控制系统;主控端包括遥控操作设备和主控计算机;受控端包括嵌入式计算机、成像用嵌入式计算机、手术工具用嵌入式计算机、成像工具驱动模组和手术工具驱动模组;执行端包括成像工具、手术工具和手术执行器;步骤二:成像工具展开实施,进入成像工具遥操作运动状态;步骤三:手术工具展开实施,进入手术工具遥操作运动状态;步骤四:当手术工具遥操作运动状态与成像工具遥操作运动状态结束后,手术工具退出,然后成像工具退出。

[0007] 优选地,所述步骤二、步骤三中,成像工具展开实施方法与手术工具展开实施方法相似,成像工具展开实施方法或手术工具展开实施方法是将成像工具驱动模组和成像工具或将手术工具驱动模组和手术工具从初始状态依次切换为成像工具驱动模组或手术工具驱动模组回零状态、成像工具或手术工具体外待安装状态、成像工具或手术工具体外安装完毕状态、成像工具及多腔管进入手术切口状态或手术工具伸出多腔管状态、成像工具体内闭合姿态状态或手术工具体内直态状态、成像工具进给展开状态或手术工具展开状态、

成像工具或手术工具保持当前位姿状态以及成像工具或手术工具遥操作运动状态,完成展开实施;其中,手术工具展开实施方法还包括手术工具遥操作下的电切/电凝状态。

[0008] 优选地,成像工具驱动模组与手术工具驱动模组从初始状态切换为回零状态过程相似,其过程如下:1) 主控计算机接收成像工具驱动模组或手术工具驱动模组回零指令,并将产生的新状态信号经局域网发送至嵌入式计算机,嵌入式计算机将成像工具驱动模组或手术工具驱动模组的状态切换为回零状态;2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网反馈至主控计算机,由主控计算机将回零状态信息传输至主控端的显示器进行显示;3) 嵌入式计算机通过局域网向成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机发送状态切换信号,成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机通过通信总线向成像工具驱动模组或手术工具驱动模组中的控制模块发送控制信号,使成像工具驱动模组或手术工具驱动模组执行回零操作;4) 嵌入式计算机通过通信总线监听成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机向成像工具驱动模组或手术工具驱动模组发送的控制信号,以及成像工具驱动模组或手术工具驱动模组中的控制模块向成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机发送的状态切换信号。

[0009] 优选地,成像工具驱动模组和手术工具驱动模组从回零状态切换为体外待安装状态的过程相似,其中,成像工具驱动模组的状态切换动作是由成像工具驱动模组完成回零操作后自动触发,手术工具驱动模组的状态切换动作是由手术工具驱动模组完成回零操作后自动触发;此时,成像工具驱动模组、手术工具驱动模组中的电机的输出轴全部转至零点位置:1) 成像工具驱动模组或手术工具驱动模组中的控制模块通过通信总线向成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机发送状态切换信号;成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机通过局域网向嵌入式计算机发送新状态信号;2) 嵌入式计算机将成像工具驱动模组或手术工具驱动模组对应的状态切换为体外待安装状态;3) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将体外待安装状态信息传输至主控端的显示器进行显示。

[0010] 优选地,成像工具驱动模组和成像工具与手术工具驱动模组和手术工具从体外待安装状态切换为体外安装完毕状态过程相似,其过程如下:1) 将成像工具与成像工具驱动模组或手术工具与手术工具驱动模组都经过无菌屏障连接,将多腔管与基座经过无菌屏障连接;成像工具驱动模组或手术工具驱动模组中的联轴器分别与成像工具或手术工具中的联轴器连接在一起传递运动;2) 成像工具或手术工具远端伸入并穿过多腔管中的腔道,成像工具末端所携带的成像照明模组与多腔管末端贴合,并保持手术工具末端所携带的手术执行器在多腔管内部;3) 成像工具驱动模组或手术工具驱动模组中的读取芯片与成像工具或手术工具上的信息标签连接,读取芯片读取信息标签中保存的相关信息;若读取芯片未能成功读取信息标签中相关信息,则成像工具或手术工具未安装完毕;若安装完毕,则进入下一步;其中,相关信息包括尺寸、使用次数以及工具种类信息;4) 读取芯片通过通信总线将相关信息上传至成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机,成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机根据相关信息采取对应的控制参数和策略。

[0011] 优选地,成像工具驱动模组、成像工具从体外安装完毕状态切换为成像工具及多腔管进入手术切口状态的过程如下:1) 主控计算机接收成像工具及多腔管进入手术切口指令,将产生的新状态信号通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机将成像工具驱动

模组和成像工具对应的状态切换为成像工具及多腔管进入手术切口状态;2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机, 主控计算机将成像工具及多腔管进入手术切口状态信息传输至主控端的显示器进行显示。

[0012] 优选地, 成像工具驱动模组、成像工具从成像工具及多腔管进入手术切口状态切换为成像工具体内闭合姿态状态的过程与手术工具驱动模组、手术工具从手术工具伸出多腔管状态切换为手术工具体内直态状态过程相似, 其过程为: 1) 在成像工具远端所携带的成像照明模组进入手术切口并到达预定位置后, 主控计算机接收成像工具体内闭合姿态指令, 将产生的新状态信号通过局域网发送给嵌入式计算机, 嵌入式计算机将成像工具驱动模组和成像工具对应的状态切换为成像工具体内闭合姿态状态; 手术工具用嵌入式计算机接收手术工具驱动模组中控制模块发送的运动完成信号后, 将该运动完成信号通过局域网发送至嵌入式计算机; 嵌入式计算机将手术工具驱动模组和手术工具对应的状态切换为手术工具体内直态状态; 2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机, 主控计算机将成像工具体内闭合姿态状态或手术工具体内直态状态信息传输至主控端的显示器进行显示。

[0013] 优选地, 成像工具驱动模组、成像工具从体内闭合姿态状态切换为成像工具进给展开状态与手术工具驱动模组、手术工具从手术工具安装完毕状态切换为手术工具伸出多腔管状态和从手术工具体内直态状态切换为手术工具展开状态过程相似, 其过程为: 1) 主控计算机接收指令, 将产生的新状态信号通过局域网发送给嵌入式计算机, 嵌入式计算机将成像工具驱动模组和成像工具对应的状态切换为成像工具进给展开状态或将手术工具驱动模组和手术工具对应的状态切换为手术工具伸出多腔管状态或手术工具展开状态; 2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机, 主控计算机将成像工具进给展开状态信息或手术工具伸出多腔管状态信息或手术工具展开状态信息传输至主控端的显示器进行显示; 3) 主控计算机接收状态切换信号后, 产生目标位姿信号, 主控计算机将该目标位姿信号通过局域网发送给成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机, 成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机接收目标位姿信号后对成像工具驱动模组及成像工具或手术工具驱动模组及手术工具进行闭环控制; 其中, 目标位姿信号包括成像工具进给展开后成像照明模组的位姿信息或手术工具伸出多腔管后手术执行器的位姿信息或手术工具伸出多腔管的部分侧向展开后手术执行器的位姿信息。

[0014] 优选地, 成像工具驱动模组和成像工具从成像工具进给展开状态切换为保持当前位姿状态的过程与手术工具驱动模组和手术工具从手术工具展开状态切换为保持当前位姿状态的过程相似, 其具体过程如下: 1) 成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机通过通信总线接收成像工具驱动模组或手术工具驱动模组中控制模块发送的完成信号后, 并将该完成信号通过局域网发送至嵌入式计算机; 2) 嵌入式计算机将成像工具驱动模组和成像工具或手术工具驱动模组和手术工具对应的状态切换为保持当前位姿状态; 3) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机, 主控计算机将保持当前位姿状态信息传输至主控端的显示器进行显示。

[0015] 优选地, 成像工具驱动模组和成像工具从保持当前位姿状态切换为遥操作运动状态的过程与手术工具驱动模组和手术工具从保持当前位姿状态切换为遥操作运动状态的过程相似, 以遥控操作设备、踏板与成像工具或手术工具建立遥控操作映射关系为例: 1) 建

立遥控操作设备、踏板与成像工具或手术工具的遥操作映射关系,即通过遥控操作设备和踏板控制成像工具或手术工具的运动及状态;2) 踩踏踏板,主控计算机读取踏板的踩下状态信息,开始接收遥控操作设备发送的目标位姿信号和成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机通过局域网发送的实际位姿信号;该实际位姿信号为成像工具驱动模组或手术工具驱动模组中电机转角传感器通过控制模块向成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机发送并经成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机通过正运动学算法解算后的信号;3) 当目标位姿信号与实际位姿信号的差异小于预设误差阈值时,主控计算机将产生新状态信号,并通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机分别将成像工具驱动模组和成像工具或手术工具驱动模组和手术工具对应的状态切换为遥操作运动状态;4) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将遥操作运动状态信息传输至主控端的显示器进行显示;5) 在遥操作运动状态下,主控计算机将遥控操作设备发送的目标位姿信号通过局域网发送给成像用嵌入式计算机或手术工具用嵌入式计算机,成像用嵌入式计算机对成像工具驱动模组、成像工具进行闭环控制,手术工具用嵌入式计算机对手术工具驱动模组、手术工具进行闭环控制,最终实现遥控操作设备对成像工具或手术工具的遥操作;6) 在手术工具遥操作运动状态中,能同时触发遥控操作设备上的触发装置,主控计算机读取触发装置的状态变化信号,并将触发装置状态变化信号通过局域网发送给手术工具用嵌入式计算机,手术工具用嵌入式计算机通过手术工具驱动模组中的控制模块控制电机,进而控制机械式手术执行器的机械状态。

[0016] 优选地,手术工具驱动模组和手术工具从手术工具遥操作运动状态切换为手术工具遥操作下的电切/电凝状态,该状态切换动作为触发远程操控设备上触发装置,其过程如下:1) 主控计算机读取触发远程操控设备上触发装置的状态变化信号,并将触发装置的状态变化信号通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机将手术工具驱动模组和手术工具对应的状态切换为手术工具遥操作下的电切/电凝状态,进而嵌入式计算机通过电磁继电器控制能量发生器的通断和模式切换,实现能量式手术执行器能量输入的接通与模式切换;2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将手术工具遥操作下的电切/电凝状态信息传输至主控端的显示器进行显示。

[0017] 优选地,所述步骤四中,当手术工具遥操作运动状态结束以后,手术工具退出方法是将手术工具驱动模组和手术工具从手术工具保持当前位姿状态依次切换为手术工具回直状态、手术工具体内直态状态、手术工具退回多腔管状态、手术工具体外安装完毕状态和手术工具体外待安装状态,完成手术工具的退出。

[0018] 优选地,所述步骤四中,当成像工具遥操作运动状态结束以后,成像工具退出方法是将成像工具驱动模组和成像工具从成像工具保持当前位姿状态依次切换为成像工具回退收拢状态、成像工具体内闭合姿态状态、成像工具及多腔管退出手术切口状态、成像工具体外安装完毕状态和成像工具体外待安装状态,完成成像工具的退出。

[0019] 本发明由于采取以上技术方案,其具有以下优点:1、本发明针对单孔腹腔镜手术机器人系统,提出了一套完整的术前准备、术中操作、术后撤出的系统施展方法。2、本发明所提出的系统施展方法中,经同一多腔管进入手术切口的成像工具、多个手术工具均能够侧向展开,保证了单孔腹腔镜手术的正常施展。

附图说明

[0020] 图1是本发明的整体流程示意图。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图和实施例对本发明进行详细的描述。

[0022] 如图1所示,本发明提供一种手术机器人的成像工具与手术工具展开实施、退出方法,其包括以下步骤:

[0023] 步骤一:设置一包括主控端、受控端、执行端的控制系统,位于受控端与执行端之间设置有多腔管;由控制系统实现对成像工具和手术工具展开和退出。

[0024] 其中,主控端包括遥控操作设备、踏板、主控计算机和显示器,其中遥控操作设备内设置有第一触发装置和第二触发装置;受控端包括嵌入式计算机、成像用嵌入式计算机、第一至第三手术工具用嵌入式计算机、成像工具驱动模组、第一至第三手术工具驱动模组、电磁继电器和能量发生器,在成像工具驱动模组和第一至第三手术工具驱动模组内都设置有读取芯片、零点开关和电机转角传感器;执行端包括成像工具、第一至第三手术工具、第一至第三手术执行器以及设置在成像工具上及手术工具上的信息标签;在多腔管和基座、成像工具和成像工具驱动模组、手术工具和手术工具驱动模组间设置有无菌屏障。

[0025] 步骤二:成像工具展开实施方法包括以下步骤:

[0026] 201) 将成像工具驱动模组从初始状态401切换为回零状态403:

[0027] 在初始状态401下,无菌屏障与成像工具驱动模组、手术工具驱动模组、基座连接,无菌屏障的无菌膜将未消毒的系统组件覆盖,保证病患侧的无菌环境;已消毒的多腔管也通过无菌屏障与基座紧固连接,基座由人力或自动化运动致动,携带成像工具驱动模组、手术工具驱动模组、多腔管共同运动。

[0028] 201.1) 主控计算机接收成像工具驱动模组回零指令,并将产生的新状态信号(即回零状态信号)经局域网发送至嵌入式计算机,嵌入式计算机将成像工具驱动模组的状态切换为回零状态。

[0029] 201.2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网反馈至主控计算机,由主控计算机将成像工具驱动模组回零信息传输至显示器进行显示;

[0030] 201.3) 嵌入式计算机通过局域网向成像用嵌入式计算机发送状态切换信号,成像用嵌入式计算机通过通信总线向成像工具驱动模组中的控制模块发送控制信号,使成像工具驱动模组执行回零操作。

[0031] 回零操作是指成像工具驱动模组中电机回复至零点位置。该零点位置由如下方式确定:电机的输出轴固定连接联轴器,联轴器上设置有特殊标识,该特殊标识可使联轴器在每360°的旋转过程中均在预先设定位置触发零点开关,被触发的零点开关发出信号到成像工具驱动模组中的控制模块,该控制模块记录此时联轴器所处旋转角度为零点位置。其中,特殊标识包括由高反射材料制成的标识。

[0032] 201.4) 嵌入式计算机通过通信总线监听成像用嵌入式计算机向成像工具驱动模组发送的控制信号,以及成像工具驱动模组中的控制模块向成像用嵌入式计算机发送的状态反馈信号。

[0033] 202) 将成像工具驱动模组从回零状态403切换为成像工具体外待安装状态405,该

状态切换动作是由成像工具待安装状态在回零操作后自动触发,此时,成像工具驱动模组中的电机的输出轴全部转至零点位置:

[0034] 202.1) 成像工具驱动模组中的控制模块通过通信总线向成像用嵌入式计算机发送状态切换信号;成像用嵌入式计算机通过局域网向嵌入式计算机发送新状态信号(即成像工具体外待安装信号)。

[0035] 202.2) 嵌入式计算机将成像工具驱动模组对应的状态切换为体外待安装状态405。

[0036] 202.3) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将成像工具体外待安装状态信息传输至显示器进行显示。

[0037] 203) 将成像工具驱动模组和成像工具的体外待安装状态405切换为成像工具体外安装完毕状态407:

[0038] 203.1) 将成像工具与成像工具驱动模组经过无菌屏障连接。此时,成像工具驱动模组中的联轴器与成像工具中的联轴器连接在一起,并可传递运动,如旋转运动或直线运动;

[0039] 203.2) 成像工具远端伸入并穿过多腔管中供成像工具通过的腔道,成像工具末端所携带的成像照明模组与多腔管末端贴合。

[0040] 203.3) 成像工具驱动模组中的读取芯片与成像工具上的信息标签直接或间接连接,读取芯片读取信息标签中保存的所安装的成像工具相关信息(如尺寸、使用次数以及工具种类等)。若读取芯片未能成功读取信息标签中相关信息,说明成像工具未安装完毕;若成像工具安装完毕,则进入下一步。

[0041] 203.4) 读取芯片通过通信总线将相关信息上传至成像用嵌入式计算机,成像用嵌入式计算机可根据相关信息采取对应的控制参数和策略:

[0042] 当成像用嵌入式计算机将相关信息通过局域网上传至主控计算机后,主控计算机接收成像工具体外安装完毕指令,并控制开启远端图像区,使远端图像区开始显示成像工具所携带的成像照明模组返回的图像,将产生的新状态信号(即成像工具体外安装完毕信号)通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机将成像工具驱动模组和成像工具对应的状态切换为成像工具体外安装完毕状态407。

[0043] 203.5) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将成像工具体外安装完毕状态信息传输至显示器进行显示。

[0044] 204) 将成像工具驱动模组和成像工具从体外安装完毕状态407切换为成像工具及多腔管进入手术切口状态409:

[0045] 204.1) 主控计算机接收成像工具及多腔管进入手术切口指令,将产生的新状态信号(即进入手术切口信号)通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机将成像工具驱动模组和成像工具对应的状态切换为成像工具及多腔管进入手术切口状态409。

[0046] 204.2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将成像工具及多腔管进入手术切口状态信息传输至显示器进行显示。

[0047] 上述步骤完成后,基座通过人力或自动化运动携带成像工具驱动模组、成像工具、手术工具驱动模组及多腔管整体运动,使得多腔管的远端及贴合于多腔管远端面上的成像照明模组通过病人身上的手术切口进入体内。

[0048] 205) 将成像工具驱动模组和成像工具从成像工具及多腔管进入手术切口状态409切换为成像工具体内闭合姿态状态411:

[0049] 205.1) 在成像工具远端所携带的成像照明模组进入手术切口并到达预定位置后, 主控计算机接收成像工具体内闭合姿态指令, 将产生的新状态信号(即成像工具体内闭合姿态信号)通过局域网发送给嵌入式计算机, 嵌入式计算机将成像工具驱动模组和成像工具对应的状态切换为成像工具体内闭合姿态状态411。

[0050] 205.2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机, 主控计算机将成像工具体内闭合姿态信息传输至显示器进行显示。

[0051] 206) 将成像工具驱动模组和成像工具从成像工具体内闭合姿态状态411切换为成像工具进给展开状态413:

[0052] 206.1) 主控计算机接收成像工具进给展开指令, 将产生的新状态信号(即成像工具进给展开信号)通过局域网发送给嵌入式计算机, 嵌入式计算机将成像工具驱动模组和成像工具对应的状态切换为成像工具进给展开状态413。

[0053] 206.2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机, 主控计算机将成像工具进给展开状态信息传输至显示器进行显示。

[0054] 206.3) 主控计算机接收状态切换信号后, 产生目标位姿信号, 该目标位姿信号包括成像工具进给展开后成像照明模组的目标位姿信息, 主控计算机将该目标位姿信号通过局域网发送给成像用嵌入式计算机, 成像用嵌入式计算机接收目标位姿信号后对成像工具驱动模组及成像工具进行闭环控制。

[0055] 207) 将成像工具驱动模组和成像工具从成像工具进给展开状态413切换为成像工具保持当前位姿状态415, 在成像工具进给展开且成像照明模组运动至预定位姿后自动触发保持当前位姿状态; 其中, 自动触发是指成像工具驱动模组中的控制模块通过电机转角传感器测得电机输出轴已转至指定旋转角度, 即成像照明模组运动至预定位姿; 其具体过程如下:

[0056] 207.1) 成像用嵌入式计算机通过通信总线接收成像工具驱动模组中控制模块发送的运动完成信号后, 并将该运动完成信号通过局域网发送至嵌入式计算机。

[0057] 207.2) 嵌入式计算机将成像工具驱动模组和成像工具对应的状态切换为成像工具保持当前位姿状态415。

[0058] 207.3) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机, 主控计算机将成像工具保持当前位姿传输至显示器进行显示。

[0059] 208) 将成像工具驱动模组和成像工具从成像工具保持当前位姿状态415切换为成像工具遥操作运动状态417:

[0060] 以遥控操作设备、踏板与成像工具建立遥操作映射关系为例:

[0061] 208.1) 建立遥控操作设备、踏板与成像工具的遥操作映射关系, 即通过遥控操作设备和踏板控制成像工具的运动及状态。

[0062] 208.2) 踩踏踏板, 主控计算机读取踏板的踩下状态信息, 开始接收遥控操作设备发送的目标位姿信号和成像用嵌入式计算机通过局域网发送的实际位姿信号; 该实际位姿信号为成像工具驱动模组中电机转角传感器通过控制模块向成像用嵌入式计算机发送、并经成像用嵌入式计算机通过正运动学算法解算后的信号;

[0063] 208.3) 当目标位姿信号与实际位姿信号中包含的位姿信息相符时(即目标位姿信号与实际位姿信号的差异小于一个预设误差阈值),主控计算机将产生新状态信号(即成像工具遥操作运动信号),并通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机将成像工具驱动模组和成像工具对应的状态切换为成像工具遥操作运动状态417。

[0064] 208.4) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将成像工具遥操作运动状态信息传输至显示器进行显示。

[0065] 上述各步骤中,需要注意的是,在成像工具保持当前位姿状态415下,当主控计算机接收到的目标位姿信号和实际位姿信号中包含的位姿信息差异过大时,从成像工具保持当前位姿状态415切换至成像工具遥操作运动状态417的动作未完成,则不会进入成像工具遥操作运动状态417。这样可以有效避免成像工具驱动模组和成像工具在遥操作运动初期出现位姿的急剧变化,保证其运动的平稳性。

[0066] 208.5) 在成像工具遥操作运动状态417下,主控计算机将遥控操作设备发送的目标位姿信号通过局域网发送给成像用嵌入式计算机,成像用嵌入式计算机对成像工具驱动模组、成像工具进行闭环控制,最终实现遥控操作设备对成像工具的遥控操作,并实时调整成像照明模组的位姿。

[0067] 步骤三:手术工具展开实施方法如下,由于第一手术工具至第三手术工具展开方法相同,在本实施例中,以第一手术工具为例对本发明的手术工具展开方法作进一步介绍,其步骤为:

[0068] 301) 将第一手术工具驱动模组从初始状态401切换为手术工具驱动模组回零状态419:

[0069] 301.1) 主控计算机接收第一手术工具驱动模组回零指令,主控计算机产生的新状态信号(即第一手术工具驱动模组回零信号)并通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机将第一手术工具驱动模组对应的状态切换为手术工具驱动模组回零状态。

[0070] 301.2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将手术工具驱动模组回零状态信息传输至显示器进行显示。

[0071] 301.3) 嵌入式计算机通过局域网向第一手术工具用嵌入式计算机发送该状态切换信号,第一手术工具用嵌入式计算机通过通信总线向第一手术工具驱动模组中的控制模块发送控制信号,使该第一手术工具驱动模组执行回零操作;

[0072] 回零操作与成像工具展开方法中的步骤201.3) 相同,该回零操作是指手术工具驱动模组中电机回复至零点位置。该零点位置由如下方式确定:电机的输出轴紧固连接联轴器,联轴器上有特殊标识,该特殊标识可使联轴器在每360°的旋转过程中均于预先设定位置触发零点开关,被触发的零点开关发出信号到手术工具驱动模组中的控制模块,控制模块记录此时联轴器所处旋转角度为零点位置。其中,特殊标识包括由高反射材料制成的标识。

[0073] 301.4) 嵌入式计算机通过通信总线监听第一手术工具用嵌入式计算机向第一手术工具驱动模组发送的控制信号,及第一手术工具驱动模组中的控制模块向第一手术工具用嵌入式计算机发送的状态反馈信号。

[0074] 302) 将第一手术工具驱动模组从手术工具驱动模组回零状态419切换至手术工具体外待安装状态421,该状态切换动作是由第一手术工具用嵌入式计算机识别第一手术工

具驱动模组完成回零操作后自动触发,此时,第一手术工具驱动模组中的电机的输出轴全部转至零点位置:

[0075] 302.1) 第一手术工具驱动模组中的控制模块通过通信总线向第一手术工具用嵌入式计算机发送状态切换信号,第一手术工具用嵌入式计算机将新状态信号(即手术工具体外待安装信号)通过局域网发送至嵌入式计算机。

[0076] 302.2) 嵌入式计算机将第一手术工具驱动模组的对应状态切换为手术工具体外待安装状态421。

[0077] 302.3) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将手术工具体外待安装状态信息传输至显示器进行显示。

[0078] 303) 将第一手术工具驱动模组和第一手术工具从手术工具体外待安装状态421切换为手术工具体外安装完毕状态423:

[0079] 303.1) 将第一手术工具与第一手术工具驱动模组经过无菌屏障连接,此时,第一手术工具驱动模组中的联轴器与第一手术工具中的联轴器连接在一起,并可传递运动,如旋转运动或直线运动;

[0080] 若第一手术工具携带能量式手术执行器,则能量式手术执行器与能量发生器连接以接收来自能量发生器的能量输入。

[0081] 303.2) 第一手术工具远端伸入多腔管中供手术工具通过的腔道,并保持手术执行器在多腔管内部;

[0082] 303.3) 第一手术工具驱动模组中的读取芯片与第一手术工具上的信息标签直接或间接的连接在一起,读取芯片读取信息标签中保存的第一手术工具相关信息(如尺寸、使用次数、工具种类等)。若读取芯片未能成功读取信息标签中相关信息,说明第一手术工具未安装完毕;若第一手术工具安装完毕,则进入下一步。

[0083] 303.4) 读取芯片通过通信总线将相关信息上传至第一手术工具用嵌入式计算机,第一手术工具用嵌入式计算机可根据相关信息采取对应的控制参数和策略:

[0084] 当第一手术工具用嵌入式计算机将相关信息通过局域网上传至主控计算机后,主控计算机读取手术工具体外安装完毕指令,将产生的新状态信号(即手术工具体外安装完毕信号)通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机将第一手术工具驱动模组和第一手术工具对应的状态切换为手术工具体外安装完毕状态423。

[0085] 303.5) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将手术工具体外安装完毕状态信息传输至显示器进行显示。

[0086] 304) 将第一手术工具驱动模组和第一手术工具从手术工具体外安装完毕状态423切换为手术工具伸出多腔管状态425:

[0087] 304.1) 主控计算机接收手术工具伸出多腔管指令,将产生的新状态信号(即手术工具伸出多腔管信号)通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机将第一手术工具驱动模组和第一手术工具对应的状态切换为手术工具伸出多腔管状态425。

[0088] 304.2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将手术工具伸出多腔管状态信息传输至显示器进行显示。

[0089] 304.3) 主控计算机接收新状态信号后,产生目标位姿信号,该目标位姿信号包括第一手术工具伸出多腔管后第一手术执行器的位姿信息,主控计算机将该目标位姿信号通

过局域网发送给第一手术工具用嵌入式计算机,第一手术工具用嵌入式计算机接收目标位姿信号后对第一手术工具驱动模组及第一手术工具进行闭环控制。

[0090] 305) 将第一手术工具驱动模组和第一手术工具从手术工具伸出多腔管状态425切换为手术工具体内直态427;该状态切换动作在第一手术工具所携带手术执行器伸出多腔管并到达指定位姿后自动触发,该指定位姿为手术执行器伸出多腔管末端一定距离(即预先设定的距离),且第一手术工具伸出多腔管部分的轴线方向与多腔管的轴线平行;自动触发是指第一手术工具驱动模组中的控制模块通过电机转角传感器测得电机输出轴已转至指定旋转角度,即手术执行器到达指定位姿:

[0091] 305.1) 第一手术工具用嵌入式计算机接收第一手术工具驱动模组中控制模块发送的运动完成信号后,将该运动完成信号通过局域网发送至嵌入式计算机;嵌入式计算机将第一手术工具驱动模组和第一手术工具对应的状态切换为手术工具体内直态427。

[0092] 305.2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将手术工具体内直态状态信息传输至显示器进行显示。

[0093] 306) 将第一手术工具驱动模组和第一手术工具从手术工具体内直态状态427切换为手术工具展开状态429:

[0094] 306.1) 主控计算机接收手术工具展开指令,将产生的新状态信号(即手术工具展开信号)通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机将第一手术工具驱动模组和第一手术工具对应的状态切换为手术工具展开状态429。

[0095] 306.2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将手术工具展开状态信息传输至显示器进行显示。

[0096] 306.3) 主控计算机接收新状态信号后,产生目标位姿信号,该目标位姿信号包括第一手术工具伸出多腔管的部分侧向展开后手术执行器(为机械式手术执行器或能量式手术执行器)的位姿信息,主控计算机将该目标位姿信号通过局域网发送给第一手术工具用嵌入式计算机,第一手术工具用嵌入式计算机接收目标位姿信号后对第一手术工具驱动模组及第一手术工具进行闭环控制。

[0097] 307) 将第一手术工具驱动模组和第一手术工具从手术工具展开状态429切换为手术工具保持当前位姿状态431,该状态切换动作在第一手术工具展开且第一手术执行器运动至指定位姿后自动触发,自动触发是指第一手术工具驱动模组中的控制模块通过电机转角传感器测得电机输出轴已转至指定旋转角度,即第一手术执行器已运动至指定位姿;其具体过程如下:

[0098] 307.1) 第一手术工具用嵌入式计算机接收第一手术工具驱动模组中控制模块发送的运动完成信号后,将该运动完成信号通过局域网发送至嵌入式计算机,嵌入式计算机将第一手术工具驱动模组和第一手术工具对应的状态切换为手术工具保持当前位姿状态431。

[0099] 307.2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将手术工具保持当前位姿状态信息传输至显示器进行显示。

[0100] 308) 将第一手术工具驱动模组和第一手术工具从手术工具保持当前位姿状态431切换为手术工具遥控操作运动状态435;

[0101] 以遥控操作设备、踏板与第一手术工具建立遥控操作映射关系为例:

[0102] 308.1) 建立遥控操作设备、踏板与第一手术工具的遥操作映射关系,即通过遥控操作设备和踏板控制第一手术工具的运动及状态。

[0103] 308.2) 踩踏踏板,主控计算机读取踏板的踩下状态信息,开始接收遥控操作设备发送的目标位姿信号和第一手术工具用嵌入式计算机通过局域网发送的实际位姿信号,实际位姿信号为第一手术工具驱动模组中电机转角传感器通过控制模块向第一手术工具用嵌入式计算机发送、并经第一手术工具用嵌入式计算机通过正运动学算法解算后的信号;

[0104] 308.3) 当目标位姿信号与实际位姿信号中包含的位姿信息相符时(即目标位姿信号与实际位姿信号的差异小于一个预设的误差阈值),主控计算机将产生状态切换信号通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机将第一手术工具驱动模组和第一手术工具对应的状态切换为手术工具遥操作运动状态435。

[0105] 308.4) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将手术工具遥操作运动状态信息传输至显示器进行显示。

[0106] 上述各步骤中,需要注意的是,在手术工具保持当前位姿状态431下,当主控计算机接收到的目标位姿信号和实际位姿信号中包含的位姿信息差异过大时,从手术工具保持当前位姿状态431切换至手术工具遥操作运动状态435的动作未完成,则不会进入手术工具遥操作运动状态435。这样可以有效避免第一手术工具驱动模组和第一手术工具在遥操作运动初期出现位姿的急剧变化,保证其运动的平稳性。

[0107] 308.5) 在手术工具遥操作运动状态435下,主控计算机将遥控操作设备发送的目标位姿信号通过局域网发送给第一手术工具用嵌入式计算机,第一手术工具用嵌入式计算机对第一手术工具驱动模组、第一手术工具进行闭环控制,最终实现遥控操作设备对第一手术工具的遥控操作,并实时调整手术执行器的位姿。

[0108] 308.6) 在手术工具遥操作运动状态435中,可以同时触发远程操控设备上的第二触发装置,主控计算机读取第二触发装置的状态变化信号,并将第二触发装置状态变化信号通过局域网发送给第一手术工具用嵌入式计算机,第一手术工具用嵌入式计算机通过第一手术工具驱动模组中的控制模块控制电机,进而控制机械式手术执行器的机械状态,如手术钳的张合;优选地,第二触发装置可采用滚轮。

[0109] 309) 将第一手术工具驱动模组和第一手术工具从手术工具遥操作运动状态435切换为手术工具遥操作下的电切/电凝状态433,该状态切换动作为触发远程操控设备上第一触发装置:

[0110] 309.1) 主控计算机读取触发远程操控设备上第一触发装置的状态变化信号,并将第一触发装置的状态变化信号通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机将第一手术工具驱动模组和第一手术工具对应的状态切换为第一手术工具遥操作下的电切/电凝状态433,进而嵌入式计算机可通过电磁继电器控制能量发生器的通断和模式切换,实现能量式手术执行器能量输入的接通与模式切换,如电切、电凝等。

[0111] 309.2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将手术工具遥操作下的电切/电凝状态信息传输至显示器进行显示。

[0112] 上述各步骤中,需要注意的是,在手术工具遥操作下的电切/电凝状态433中,可同时执行手术工具遥操作运动状态435中的相关运动控制,即对手术执行器位姿的调节和对手术执行器的机械状态调节。若第一手术工具携带的是非能量式手术执行器,则触发远程

操控设备上第一触发装置无效。

[0113] 步骤四：当手术工具遥操作运动状态和手术工具遥操作下的电切/电凝状态结束以后，手术工具退出方法如下，由于第一手术工具至第三手术工具退出方法相同，在本实施例中，以第一手术工具为例对本发明的手术工具退出方法作进一步介绍，其步骤为：

[0114] 401) 将第一手术工具驱动模组和第一手术工具从手术工具遥操作下的电切/电凝状态433切换为手术工具遥操作运动状态435，该状态切换动作是松开远程操控设备上第一触发装置。

[0115] 401.1) 主控计算机读取触发远程操控设备上第一触发装置的状态变化信号，并将第一触发装置状态变化信号发送给嵌入式计算机，嵌入式计算机将第一手术工具驱动模组和第一手术工具对应的状态切换为第一手术工具遥操作运动状态435，进而嵌入式计算机通过电磁继电器控制能量发生器断开，停止向能量式手术执行器输出能量。

[0116] 401.3) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机，主控计算机将手术工具遥操作运动状态信息传输至显示器进行显示。

[0117] 402) 将第一手术工具驱动模组和第一手术工具从手术工具遥操作运动状态435切换为手术工具保持当前位姿状态431：

[0118] 402.1) 松开踏板，主控计算机读取踏板的输入变化信号，将产生的新状态信号（即手术工具保持当前位姿信号）通过局域网发送给嵌入式计算机，嵌入式计算机将第一手术工具驱动模组和第一手术工具对应的状态切换为手术工具保持当前位姿状态431。

[0119] 402.2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机，主控计算机将手术工具保持当前位姿状态信息传输至显示器进行显示。

[0120] 402.3) 主控计算机停止发送远程操控设备所输出的目标位姿信号。嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网发送给第一手术工具用嵌入式计算机，第一手术工具用嵌入式计算机通过第一手术工具驱动模组中的控制模块控制电机输出轴保持当前角度，即第一手术工具用嵌入式计算机将第一手术工具闭环控制在当前位姿。

[0121] 403) 将第一手术工具驱动模组和第一手术工具从手术工具遥操作下的电切/电凝状态433切换为手术工具保持当前位姿状态431：

[0122] 403.1) 松开踏板，主控计算机读取踏板的输入变化信号，将产生的新状态信号（即手术工具保持当前位姿信号）通过局域网发送给嵌入式计算机，嵌入式计算机将第一手术工具驱动模组和第一手术工具对应的状态切换为手术工具保持当前位姿状态431；同时，通过电磁继电器控制能量发生器断开，进而停止能量发生器向能量式手术执行器输出能量。

[0123] 403.2) 主控计算机停止发送远程操控设备所输出的目标位姿信号。嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网传送给第一手术工具用嵌入式计算机，第一手术工具用嵌入式计算机闭环控制第一手术工具保持当前位姿。

[0124] 404) 将第一手术工具驱动模组和第一手术工具从手术工具保持当前位姿状态431切换为手术工具回直状态429：

[0125] 404.1) 主控计算机接收手术工具回直指令，将产生的新状态信号（即手术工具回直信号）通过局域网发送给嵌入式计算机，嵌入式计算机将第一手术工具驱动模组和第一手术工具对应的状态切换为手术工具回直状态429。

[0126] 404.2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机，主控计算机

将手术工具体内回直状态信息传输至显示器进行显示。

[0127] 404.3) 主控计算机接收状态切换信号后,产生目标位姿信号,该目标位姿信号包括第一手术工具伸出多腔管的部分回直后手术执行器的位姿信息,主控计算机将该目标位姿信号通过局域网发送给第一手术工具用嵌入式计算机,第一手术工具用嵌入式计算机接收目标位姿信号后对第一手术工具驱动模组及第一手术工具进行闭环控制。

[0128] 405) 将第一手术工具驱动模组和第一手术工具从手术工具回直状态429切换为手术工具体内直态状态427;该状态切换动作在第一手术工具回直完成、手术执行器运动至指定位姿后自动触发,自动触发是指第一手术工具驱动模组中的控制模块通过电机转角传感器测得电机输出轴已转至指定旋转角度,即手术执行器(为机械式手术执行器或能量式手术执行器)运动至特定位姿:

[0129] 405.1) 第一手术工具用嵌入式计算机接收第一手术工具驱动模组中控制模块发送的运动完成信号后,将该运动完成信号通过局域网发送至嵌入式计算机。嵌入式计算机将第一手术工具驱动模组和第一手术工具对应的状态切换为手术工具体内直态状态427。

[0130] 405.2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将手术工具体内直态信息传输至显示器进行显示。

[0131] 406) 将第一手术工具驱动模组和第一手术工具从手术工具体内直态状态427切换为手术工具退回多腔管状态425:

[0132] 406.1) 主控计算机接收手术工具退回多腔管指令,并将产生的新状态信号(即手术工具退回多腔管信号)通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机将第一手术工具驱动模组和第一手术工具对应的状态切换为手术工具退回多腔管状态425。

[0133] 406.2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将手术工具退回多腔管状态信息传输至显示器进行显示。

[0134] 406.3) 主控计算机接收状态切换信号后,产生目标位姿信号,该目标位姿信号包括第一手术工具及第一手术执行器退回多腔管内的手术执行器的位姿信息,主控计算机将该目标位姿信号通过局域网发送给第一手术工具用嵌入式计算机,第一手术工具用嵌入式计算机接收目标位姿信号后对第一手术工具驱动模组及第一手术工具进行闭环控制。

[0135] 407) 将第一手术工具驱动模组和第一手术工具从手术工具退回多腔管状态425切换为手术工具体外安装完毕状态423;该状态切换动作在第一手术工具及第一手术执行器退回多腔管内至指定位姿后自动触发,自动触发指第一手术工具驱动模组中的控制模块通过电机转角传感器测得电机输出轴已转至指定旋转角度,即手术执行器运动至指定位姿:

[0136] 407.1) 第一手术工具用嵌入式计算机接收第一手术工具驱动模组中控制模块发送的运动完成信号后,将该运动完成信号通过局域网发送至嵌入式计算机。嵌入式计算机将第一手术工具驱动模组和第一手术工具对应的状态切换为手术工具体外安装完毕状态423。

[0137] 407.2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将手术工具体外安装完毕状态信息传输至显示器进行显示。

[0138] 408) 将第一手术工具驱动模组和第一手术工具从手术工具体外安装完毕状态423切换为手术工具体外待安装状态421:

[0139] 408.1) 将手术工具从第一手术工具驱动模组上卸下,第一手术工具驱动模组中的

读取芯片与第一手术工具中信息标签断开连接,且无法读取任何信息;能量式手术执行器与能量发生器断开连接;至此,第一手术工具完全与手术机器人中受控端分离。

[0140] 408.2) 第一手术工具用嵌入式计算机接收第一手术工具驱动模组中读取芯片发送的信息标签读取失败信号后,将此信息标签读取失败信号通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机将第一手术工具驱动模组和第一手术工具对应的状态切换为手术工具体外待安装状态421。

[0141] 408.3) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将手术工具体外待安装状态信息传输至显示器进行显示。上述各步骤完成后,需要注意的是,在手术工具伸出/退回多腔管状态425至手术工具遥操作运动状态435区间内,成像工具应处于成像工具保持当前位姿状态415、成像工具遥操作运动状态417中的某一状态。

[0142] 步骤五:当成像工具遥操作运动状态417结束以后,成像工具退出方法包括以下步骤:

[0143] 501) 将成像工具驱动模组和成像工具从成像工具遥操作运动状态417切换为成像工具保持当前位姿状态415:

[0144] 仍以遥控操作设备、踏板与成像工具建立遥操作映射关系为例:

[0145] 501.1) 松开踏板,主控计算机读取踏板的松开状态信号,将新状态信号(即成像工具保持当前位姿信号)通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机将成像工具驱动模组和成像工具对应的状态切换为成像工具保持当前位姿状态415。

[0146] 501.2) 嵌入式计算机将新状态信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将成像工具保持当前位姿状态信息传输至显示器进行显示。

[0147] 501.3) 主控计算机停止向外发送从遥控操作设备接收的目标位姿信号,嵌入式计算机将新状态信号通过局域网传送给成像用嵌入式计算机,成像用嵌入式计算机将成像工具闭环控制在当前位姿。

[0148] 502) 将成像工具驱动模组和成像工具从成像工具保持当前位姿状态415切换为成像工具回退收拢状态413:

[0149] 502.1) 主控计算机接收成像工具回退收拢指令,将产生的新状态信号(即成像工具回退收拢信号)通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机将成像工具驱动模组和成像工具对应的状态切换为成像工具回退收拢状态413。

[0150] 502.2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将成像工具回退收拢状态信息传输至显示器进行显示。

[0151] 502.3) 主控计算机接收状态切换信号后,产生目标位姿信号,该目标位姿信号包括成像工具伸出多腔管的部分回退收拢直至成像照明模组与多腔管末端面贴合后的成像照明模组的位姿信息;主控计算机将目标位姿信号通过局域网发送给成像用嵌入式计算机,成像用嵌入式计算机接收目标位姿信号后对成像工具驱动模组及成像工具进行闭环控制。

[0152] 503) 将成像工具驱动模组和成像工具从成像工具回退收拢状态413切换为成像工具体内闭合姿态状态411,该状态切换动作在成像工具回退收拢且成像照明模组运动至与多腔管末端面贴合的指定位姿后自动触发;自动触发是指成像工具驱动模组中的控制模块通过电机转角传感器测得电机输出轴已转至预先设定旋转角度,即成像照明模组运动至指

定位姿。

[0153] 503.1) 成像用嵌入式计算机接收成像工具驱动模组中控制模块发送的运动完成信号后,将该运动完成信号通过局域网发送至嵌入式计算机,嵌入式计算机将成像工具驱动模组和成像工具对应的状态切换为成像工具体内闭合姿态状态411。

[0154] 503.2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将成像工具体内闭合姿态状态信息传输至显示器进行显示。

[0155] 504) 将成像工具驱动模组和成像工具从成像工具体内闭合姿态状态411切换为成像工具及多腔管退出手术切口状态409:

[0156] 504.1) 主控计算机接收成像工具及多腔管退出手术切口指令,将产生的新状态信号(即退出手术切口信号)通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机将成像工具驱动模组和成像工具对应的状态切换为成像工具及多腔管退出手术切口状态409。

[0157] 504.2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将成像工具及多腔管退出手术切口状态信息传输至显示器进行显示。

[0158] 上述步骤完成后,基座可通过人力或自动化运动携带成像工具驱动模组、成像工具、手术工具驱动模组及多腔管整体运动,使多腔管的末端及贴合于多腔管末端面上的成像照明模组通过病人身上的手术切口退出病人体腔。

[0159] 505) 将成像工具驱动模组和成像工具从成像工具及多腔管退出手术切口状态409切换为成像工具体外安装完毕状态407:

[0160] 505.1) 在成像工具远端所携带的成像照明模组及多腔管退出手术切口并到达指定位姿后,主控计算机接收成像工具体外安装完毕指令,将产生的新状态信号(即成像工具体外安装完毕信号)通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机将成像工具驱动模组和成像工具对应的状态切换为成像工具体外安装完毕状态407。

[0161] 505.2) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将成像工具体外安装完毕状态信息传输至显示器进行显示。

[0162] 506) 将成像工具驱动模组和成像工具从成像工具体外安装完毕状态407切换为成像工具体外待安装状态405:

[0163] 506.1) 将成像工具从成像工具驱动模组上卸下,成像工具驱动模组中的读取芯片与成像工具中信息标签断开连接,且无法读取任何信息;成像照明模组与显示器断开连接,主控计算机上远端图像区不再显示图像;至此,成像工具完全与手术机器人受控端分离。

[0164] 506.2) 成像用嵌入式计算机接收成像工具驱动模组中读取芯片发送的信息标签读取失败信号后,将此信息标签读取失败信号通过局域网发送给嵌入式计算机,嵌入式计算机将成像工具驱动模组和成像工具对应的状态切换为成像工具体外待安装状态405。

[0165] 506.3) 嵌入式计算机将状态切换信号通过局域网返回给主控计算机,主控计算机将成像工具体外待安装状态信息传输至显示器进行显示。

[0166] 上述各步骤中,需要注意的是,在成像工具体外安装完毕状态407~成像工具回退收拢状态413区间内,手术工具应处于初始状态401、手术工具驱动模组回零状态419、手术工具体外待安装状态421、手术工具体外安装完毕状态423中的某一状态。

[0167] 在上述成像工具展开实施/退出方法及手术工具展开/退出方法步骤中,以第一手术工具用嵌入式计算机及其所对应的第一手术工具驱动模组、第一手术工具为例,对闭环

控制作进一步介绍。闭环控制是指第一手术工具用嵌入式计算机接收目标位姿信号输入,运行逆运动学算法后输出电机位控信号。逆运动学算法可根据第一手术工具用嵌入式计算机通过通信总线从读取芯片中读取的第一手术工具的机械构型信息(包括第一手术工具的工具类型及机械结构信息等)调整算法;电机位控信号包含电机输出轴相对于零点位置的期望旋转角度信息,即期望位置信息,第一手术工具用嵌入式计算机将该电机位控信号通过通信总线发送至第一手术工具驱动模组中的控制模块,控制模块将收到的电机位控信号与电机当前输出轴旋转角度(即实际位置)对比后,进而驱动电机,实现闭环运动控制。其中,实际位置是由与电机连接的电机转角传感器测量并被控制模块读取。嵌入式计算机通过通信总线监听第一手术工具用嵌入式计算机发出的电机位控信号、以及第一手术工具驱动模组中控制模块通过通信总线向第一手术工具用嵌入式计算机所发出的电机运行状态信号。

[0168] 上述各实施例仅用于说明本发明,各部件的结构、尺寸、设置位置及形状都是可以有所变化的,在本发明技术方案的基础上,凡根据本发明原理对个别部件进行的改进和等同变换,均不应排除在本发明的保护范围之外。

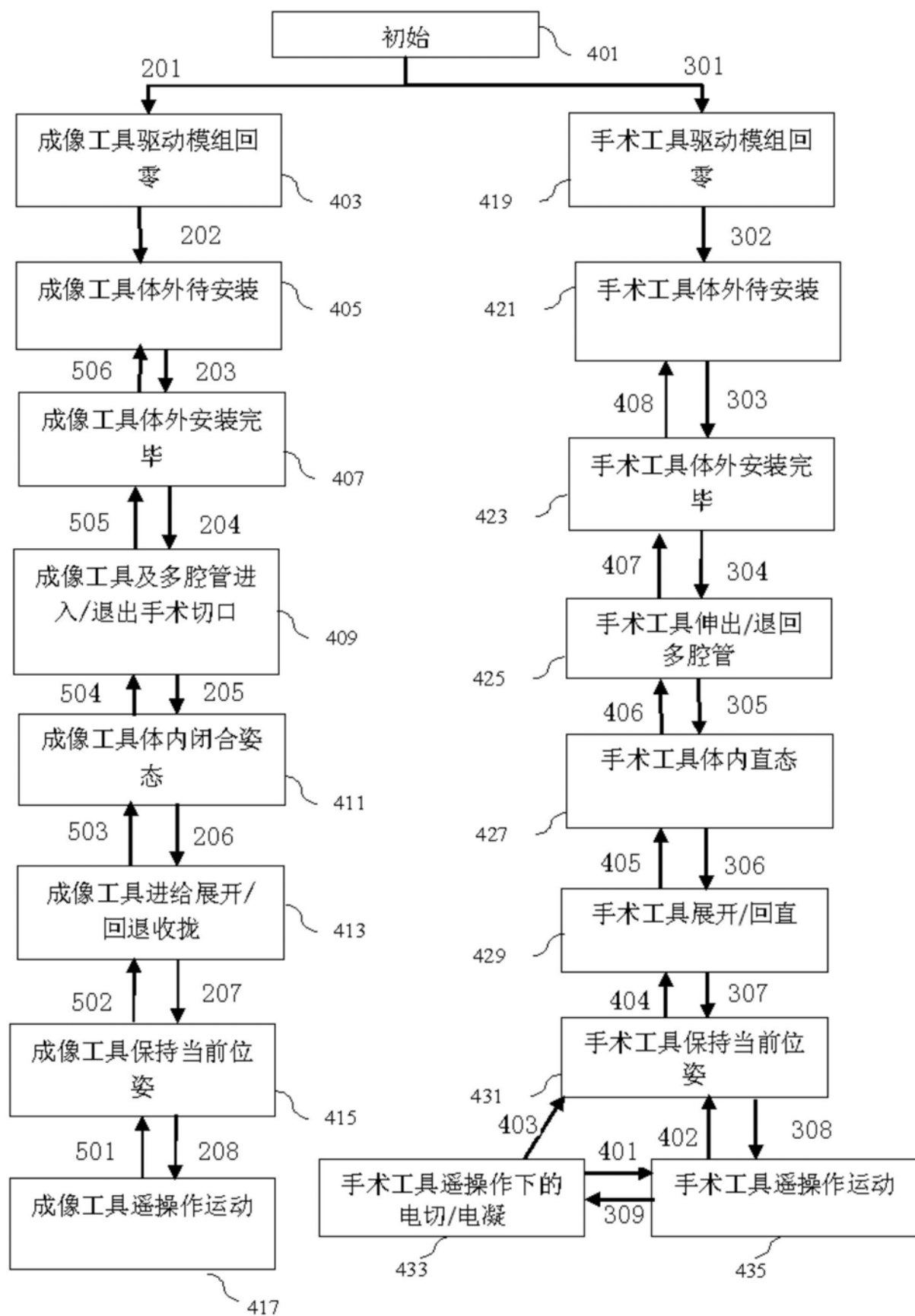


图1

专利名称(译)	手术机器人的成像工具与手术工具展开实施、退出方法		
公开(公告)号	CN106236268B	公开(公告)日	2019-12-10
申请号	CN201610796025.6	申请日	2016-08-31
[标]申请(专利权)人(译)	北京术锐技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	北京术锐技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	北京术锐技术有限公司		
[标]发明人	徐凯 戴正晨 赵彬 赵江然 阳志雄 梅务昆		
发明人	徐凯 戴正晨 赵彬 赵江然 阳志雄 梅务昆		
IPC分类号	A61B34/30 A61B34/35 A61B17/00 A61B34/32		
CPC分类号	A61B17/00234		
代理人(译)	徐宁 孙楠		
审查员(译)	刘洋洋		
其他公开文献	CN106236268A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种手术机器人的成像工具与手术工具展开实施、退出方法，其步骤：设置包括主控端、受控端、执行端的控制系统；将成像工具驱动模组和成像工具、手术工具驱动模组和手术工具从初始状态依次切换为回零状态、体外待安装状态、体外安装完毕状态、成像工具及多腔管进入手术切口状态/手术工具伸出多腔管状态、体内闭合姿态状态/直态状态、成像工具进给展开状态/手术工具展开状态、保持当前位姿状态、遥操作运动状态和手术工具遥操作下的电切/电凝状态，完成成像工具和手术工具展开实施；当手术工具遥操作运动状态和成像工具遥操作运动状态结束后退出手术工具，然后退出成像工具。本发明能有效保证单孔腹腔镜手术的正常施展。

