



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101947126 A

(43) 申请公布日 2011. 01. 19

(21) 申请号 201010299237. 6

(22) 申请日 2010. 10. 02

(71) 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 栾楠 张诗雷 赵言正 张晓明

徐俊虎

(74) 专利代理机构 上海交达专利事务所 31201

代理人 王锡麟 王桂忠

(51) Int. Cl.

A61B 17/56 (2006. 01)

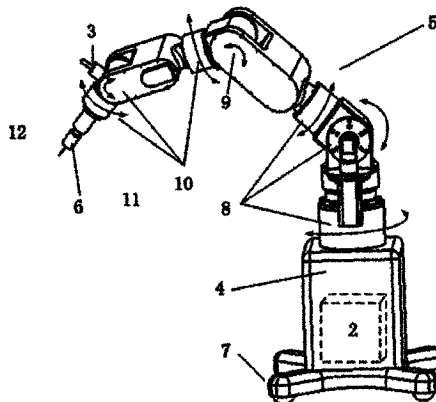
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

骨科手术辅助机器人系统

(57) 摘要

一种医疗器械技术领域的骨科手术辅助机器人系统,包括:机器人本体、控制器和操纵杆,操纵杆位于机器人本体手腕处并与机器人控制器相连以传输传递操纵者的手动操作信号,用于主刀医师操纵调整机器人的工作位置;控制器位于机器人本体的底座内并与机器人本体以及操纵杆相连接,可实现对机器人本体的自主控制;机器人本体安放于手术台边辅助主刀医师实现对患者的手术操作。本发明可以辅助骨科手术医师完成截骨、磨削、固定等操作。



1. 一种骨科手术辅助机器人系统,其特征在于,包括:机器人本体、控制器和操纵杆,其中:操纵杆位于机器人本体手腕处并与机器人控制器相连以传输传递操纵者的手动操作信号,控制器位于机器人本体的底座内并与机器人本体以及操纵杆相连接实现对机器人本体的控制,机器人本体安放于手术台边辅助主刀医师实现对患者的手术操作。

2. 根据权利要求1所述的骨科手术辅助机器人系统,其特征是,所述的机器人本体包括:可移动基座、七自由度机械臂和机器人末端执行器,其中:可移动基座作为整个装置的基座,七自由度机械臂固定安装于可移动基座的上方通过信号电缆与控制器相连并接受其控制信号,机器人末端执行器固定安装于机械臂末端的机械接口上并通过导线与控制器相连以接收控制信号,机器人末端执行器作为机器人的作业工具,包括手术用的骨锯、骨钻和夹持工具。

3. 根据权利要求2所述的骨科手术辅助机器人系统,其特征是,所述的可移动基座的底部设有滚轮。

4. 根据权利要求2所述的骨科手术辅助机器人系统,其特征是,所述的七自由度机械臂的为开链式机构,包括:肩部、肘部和腕部,其中:肩部、腕部采用三关节轴线相互垂直交于一点的球副结构,便于运动控制算法的简化,肘部采用一个转动副,实现了肩部、腕部各具有三个自由度,肘部具有一个自由度。

5. 根据权利要求2所述的骨科手术辅助机器人系统,其特征是,所述的机器人末端执行器的通过机械锁定装置固定安装于机械臂末端机械接口。

6. 根据权利要求1所述的骨科手术辅助机器人系统,其特征是,所述的控制器包括:中央控制模块、多轴运动控制模块、交流伺服驱动器、显示模块和传感模块,其中:中央控制模块通过局域网络与导航装置相连接,接受来自导航装置的导航指令,并将机器人位置、姿态等自身信息输出到导航装置,中央控制模块通过PCI总线与多轴运动控制模块相连接,中央控制模块完成机器人运动规划,并将指令发送到多轴运动控制模块,由后者具体实现机器人运动控制,中央控制模块通过IO接口与传感模块相连接,接受来自后者的传感信息,显示模块与中央控制模块相连,作为人机交互界面用于在工作过程中监控机器人工作状态,并通过触摸屏方式接受用户输入信息,可用于工作模式选择,工作参数设定,流伺服驱动器通过信号电缆与多轴运动控制模块相连接,接受来自中央控制模块的运动规划信息,按照控制算法完成插补运算,生成具体的驱动信号发送到各交流伺服驱动器,控制各电机运动以完成指令动作。

7. 根据权利要求1所述的骨科手术辅助机器人系统,其特征是,所述的机器人操纵杆,包括一个操纵控制杆和一个选择开关,均安装于机械臂末端,通过IO端口与中央控制模块相连接,将手动操纵信息传达到中央控制模块。

8. 根据权利要求1或7所述的骨科手术辅助机器人系统,其特征是,所述的机器人操纵杆的自由度数为机器人末端执行器的一半,因此将操纵动作分为两组模式,即进行位置平移操作和姿态调整操作,每组各三个自由度并由选择开关切换。

骨科手术辅助机器人系统

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种机器人技术领域的装置,具体是一种骨科手术辅助机器人系统。

背景技术

[0002] 随着机器人技术与医学科学的交叉发展,各种用途的医用机器人正在医学领域中得到越来越广泛的应用。手术机器人是其中的前沿研究热点之一。目前医疗机器人已经在脑神经外科、心脏修复、胆囊摘除手术、人工关节置换、整形外科、泌尿外科手术等方面取得了广泛的应用,在提高手术效果和精度的同时,也不断开创新的应用领域。

[0003] 机器人与医生手工操作相比在某些方面具有极大的优势,因为机械手的定位更为准确、稳定且有力,可以避免外科医生长时间手术而带来的疲劳,以及可能造成外科医生手臂颤动,从而提高了手术的精度、稳定性以及安全性。正由于机器人的上述优点,手术机器人的临床应用已经展开到外科的各个领域。

[0004] 目前现有的手术机器人产品和技术主要是基于遥操作机器人的,即医师通过远程操纵装置来控制机器人完成各项动作。机器人在手术全程都由受过专业培训的医师来操作,基本不具备自主性。

[0005] 外科手术由于手术类型的不同,对手术机器人的要求也不同。骨科手术中常常需要精确的切削、磨削、固定等操作,这类操作对操作精度和力量要求较高,但动作比较简单,可以由机器人自主完成。因此,具有一定自主能力,能辅助医师完成这些费时费力操作的机器人装置,能大大减低医师的作业强度,节约手术时间,提高作业精度,减少创口大小,是骨科手术的迫切需要。

[0006] 经对现有技术的文献检索发现,中国发明专利申请号:200710117890.4提出了一种基于3D鼠标操作的微创骨科手术机器人,由横向移动组件、减速器组件、上下移动组件、小臂移动组件、小臂组件、正中组件和3D鼠标组成;3D鼠标安装在小臂组件的小臂壳体上,方便医生操作和控制。该3D鼠标含有六个自由度,可以实现笛卡尔坐标系中的六个方向运动控制,但是此技术本身并不能完全实现六个自由度运动,而3D鼠标仅用于粗定位。此外,该技术完全没有涉及控制方法和控制器,应不具有自主控制功能。

发明内容

[0007] 本发明针对现有技术存在的上述不足,提供一种骨科手术辅助机器人系统,可以辅助骨科手术医师完成截骨、磨削、固定等操作。

[0008] 本发明是通过以下技术方案实现的,本发明包括:机器人本体、控制器和操纵杆,其中:操纵杆位于机器人本体手腕处并与机器人控制器相连以传输传递操纵者的手动操作信号,控制器位于机器人本体的底座内并与机器人本体以及操纵杆相连接实现对机器人本体的控制,机器人本体安放于手术台边辅助主刀医师实现对患者的手术操作。

[0009] 所述的机器人本体包括:可移动基座、七自由度机械臂和机器人末端执行器,其

中：可移动基座作为整个装置的基座，七自由度机械臂固定安装于可移动基座的上方通过信号电缆与控制器相连并接受其控制信号，机器人末端执行器固定安装于机械臂末端的机械接口上并通过导线与控制器相连以接收控制信号，机器人末端执行器作为机器人的作业工具，包括手术用的骨锯、骨钻和夹持工具。

[0010] 所述的可移动基座的底部设有滚轮，在工作时轮子脱离地面，由支承脚着地，使基座稳定固定于地面，以获得较高的定位精度。

[0011] 所述的七自由度机械臂的为开链式机构，包括：肩部、肘部和腕部，其中：肩部、腕部采用三关节轴线相互垂直交于一点的球副结构，便于运动控制算法的简化，肘部采用一个转动副，实现了肩部、腕部各具有三个自由度，肘部具有一个自由度。

[0012] 所述的机器人末端执行器的通过机械锁定装置固定安装于机械臂末端机械接口，需要更换时可快速解除锁定，将其拆卸下来。

[0013] 所述的控制器包括：中央控制模块、多轴运动控制模块、交流伺服驱动器、显示模块和传感模块，其中：中央控制模块通过局域网络与导航装置相连接，接受来自导航装置的导航指令，并将机器人位置、姿态等自身信息输出到导航装置，中央控制模块通过 PCI 总线与多轴运动控制模块相连接，中央控制模块完成机器人运动规划，并将指令发送到多轴运动控制模块，由后者具体实现机器人运动控制，中央控制模块通过 I/O 接口与传感模块相连接，接受来自后者的传感信息，显示模块与中央控制模块相连，作为人机交互界面用于在工作过程中监控机器人工作状态，并通过触摸屏方式接受用户输入信息，可用于工作模式选择，工作参数设定，流伺服驱动器通过信号电缆与多轴运动控制模块相连接，接受来自中央控制模块的运动规划信息，按照控制算法完成插补运算，生成具体的驱动信号发送到各交流伺服驱动器，控制各电机运动以完成指令动作。

[0014] 所述的中央控制模块实现七自由度机构的运动控制算法，包括快速定位的点位控制和直线、圆弧精确轨迹控制，中央控制模块接收来自操纵杆的信息，实现手动控制机器人运动，并依据医师手动设定的参考位置调整机器人运动轨迹规划。中央控制模块能实现与导航装置之间的网络通信，在导航装置的引导下自主完成操作动作。

[0015] 所述的机器人操纵杆，包括一个三自由度操纵控制杆和一个选择开关，均安装于机械臂末端，通过 I/O 端口与中央控制模块相连接，将手动操纵信息传达到中央控制模块，由系统软件处理。

[0016] 所述的机器人操纵杆能实现三自由度操纵，自由度数为机器人末端执行器的一半，因此将操纵动作分为两组模式，即进行位置平移操作和姿态调整操作，每组各三个自由度，符合一般机器人产品的操作习惯。选择开关的作用就是用于切换操纵杆控制模式。平移操作时机器人末端执行器姿态不变，可沿操纵杆所指方向保持平行移动，姿态调整时机器人末端执行器参考点位置不变（参考点通常设置为器械工作点，如锯刀的刀尖），整个末端执行器绕参考点沿操纵杆所指方向转动，以调整器械姿态。

[0017] 与现有技术相比，本发明的突出特点是：

[0018] 1、自由度高，适用性强。现有骨科手术辅助机器人系统都是为特定手术作业设计的，如膝关节造型、开颅等，而本发明涉及的手术辅助机器人有 7 自由度，灵活性高，还具有冗余自由度，便于与医师协同作业。

[0019] 2、自主性较高，与目前已有的全手动遥操作手术机器人有本质的不同。本发明涉

及的手术辅助机器人能自主实现手术前规划的操作动作,并可在手术中由医师随时进行调整。

[0020] 3、结构开放,能够作为基础平台与各种导航系统相结合。操作方式灵活,既可以与自动导航装置连接,在导航装置的引导下作为执行机构完成术前规划的操作,也可以作为独立的手术辅助器械在医师的操作下实现截骨、钻孔、磨削、固定等手术作业。

[0021] 4、操纵方便,且定位精度高。支持使用操纵杆的“手把手”式操纵,尤其适用于手术中操控机器人的需要。

附图说明

[0022] 图 1 机器人系统结构示意图。

[0023] 图 2 机器人系统使用示意图。

[0024] 图 3 机器人控制器结构示意图。

具体实施方式

[0025] 下面对本发明的实施例作详细说明,本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0026] 如图 1 和图 2 所示,本实施例包括:七自由度机器人 1、控制器 2 和机器人操纵杆 3,其中:机器人操纵杆 3 位于机器人本体 1 手腕处,与机器人控制器 2 相连,传递操纵者的手动操作信号;控制器 2 位于机器人本体 1 的底座内,并与机器人本体 1 以及机器人操纵杆 3 相连接,对机器人本体实施控制;机器人本体 1 使用中安放于手术台边,辅助主刀医师实现对患者的手术操作。

[0027] 所述的机器人本体 1 包括:可移动基座 4、七自由度机械臂 5、机器人末端执行器 6,是整个装置的机械部分。其中:所述的可移动基座 4,是整个装置的基座 4。七自由度机械臂 5 固定安装于基座 4 上方,用于实现各种手术动作,通过信号电缆与控制器 2 相连,接受其控制信号。机器人末端执行器 6 是机器人的作业工具,本发明中特指手术器械,包括手术用的骨锯,骨钻,特定的夹持工具等,使用时固定安装于机械臂 5 末端的机械接口上,并有导线与控制器 2 相连,接受其控制信号。

[0028] 所述的可移动基座 4,下面有四个万向轮 7 可以滚动移动,在工作时轮子脱离地面,由支承脚着地,使基座 4 稳定固定于地面,以获得较高的定位精度。基座 4 内的空间安放机器人控制器 2。

[0029] 所述的七自由度机械臂 5 为一开链式机构,结构与人的手臂相似。大致可分为肩部 8、肘部 9、腕部 10 三部分构成。其中肩部 8、腕部 10 采用三关节轴线相互垂直交于一点的球副结构,便于运动控制算法的简化,肘部 9 采用一个转动副。即肩部 8、腕部 10 各具有三个自由度;肘部 9 具有一个自由度。由于有 7 个自由度,机械臂 5 末端可以以任意姿态到达手术区域内的任意位置。手术使用过程中,机械臂 5 可以以较大的力量稳定保持在任意位置姿态上,起到手术中的夹持固定作用;机械臂 5 可以手持手术器械在手术区域内实现精确的直线、圆弧等轨迹运动,根据医师的要求实现切割、磨削、钻孔等操作;在操作过程中,机械臂 5 可以在保持末端执行器 6 位置和姿态不变的情况下通过调整肘关节位置来避

开主刀医师的操作位置,使主刀医师能够方便自如地进行手术操作。

[0030] 所述的机器人末端执行器 6 是机器人的作业工具,本例中特指手术器械,包括手术用的骨锯,骨钻,特定的夹持工具等。考虑到手术中可能需要更换手术器械,采用可脱卸的机械接口与机械臂 5 相连,手术中由护士实现快速更换。

[0031] 如图 3 所示,所述的控制器 2 包括:中央控制模块 11、多轴运动控制模块 12、交流伺服驱动器 13、显示模块 14 和传感模块 15。其中:所述的中央控制模块 11 是控制系统的核心,它通过局域网络与导航装置相连接,接受来自导航装置的导航指令,并将机器人位置、姿态等自身信息输出到导航装置。中央控制模块 11 通过 PCI 总线与多轴运动控制模块 12 相连接,中央控制模块 11 完成机器人运动规划,并将指令发送到多轴运动控制模块 12,由后者具体实现机器人运动控制。中央控制模块 11 通过 I/O 接口与传感模块 15 相连接,接受来自后者的传感信息。显示模块 14 与中央控制模块 11 相连,作为人机交互界面用于在工作过程中监控机器人工作状态,并通过触摸屏方式接受用户输入信息,可用于工作模式选择,工作参数设定等。所述的交流伺服驱动器 13 通过信号电缆与多轴运动控制模块 12 相连接,接受来自中央控制模块 11 的运动规划信息,按照一定的控制算法完成插补运算,生成具体的驱动信号发送到各交流伺服驱动器 13,控制各电机运动以完成指令动作。

[0032] 所述的中央控制模块 11 实现对机器人本体的控制,包括控制机器人的动作,实现与导航系统的通信等。中央控制模块 11 能实现七自由度机构的运动控制算法,包括快速定位的点位控制和直线、圆弧等精确轨迹控制。中央控制模块 11 可实现图形化人机界面,可以完成系统各项参数的设定。中央控制模块 11 可以实现机器人坐标,导航仪坐标,患者身体坐标等坐标系之间的换算,最终实现机器人精确动作。中央控制模块 11 能够接受来自操纵杆的信息,实现手动控制机器人运动,并依据医师手动设定的参考位置调整机器人运动轨迹规划。中央控制模块 11 能实现与导航装置之间的网络通信,在导航装置的引导下完成操作动作。

[0033] 所述的机器人操纵杆 3,包括一个操纵控制杆和一个选择开关,均安装于机械臂 5 末端,通过 I/O 端口与中央控制模块 11 相连接,将手动操纵信息传达到中央控制模块 11,由系统软件处理。操纵杆有三个自由度,而机器人末端执行器 6 有六个自由度,因此将操纵动作分为两组模式,即进行位置平移操作和姿态调整操作,每组各三个自由度,符合一般机器人产品的操作习惯。选择开关的作用就是用于切换操纵杆控制模式。平移操作时机器人末端执行器 6 姿态不变,可沿操纵杆所指方向保持平行移动,姿态调整时机器人末端执行器 6 参考点位置不变(参考点通常设置为器械工作点,如锯刀的刀尖),整个末端执行器 6 绕参考点沿操纵杆所指方向转动,以调整器械姿态。操纵杆发出的操纵信息由中央控制模块 11 的系统软件处理,经过坐标变换和运动学计算生成机器人运动指令,然后经过多轴运动控制卡处理生成具体的驱动信号发送到各交流伺服驱动器 13,从而控制伺服电机运动产生相应的动作。

[0034] 本实施例在使用时可根据需要选择手动或者自动工作状态。

[0035] 机器人工作在自动状态时,接受来自导航系统的引导指令,自主实现术前规划预定的动作。与其他的手动遥操作型的机器人系统相比,不仅效率更高,手术动作也更精确。手术过程中主刀医师可随时终止机器人动作并通过操纵杆对规划好的位置、姿态进行调整。由于采用安装于机械臂 5 末端的操纵杆,实现了“手把手”式的操纵方式,医师可以直

接向目标运动方向拨动操纵杆即可实现手术器械向该方向运动,直观方便,与传统的示教盒操纵相比大大提高了效率,减少了操作失误的危险。

[0036] 机器人工作在手动状态时需要一名操作员配合,由主刀医师通过操纵杆控制机器人动作,由操作员通过界面设定速度、运动方式等参数,并在主刀医师的口令指挥下启动机器人完成操作。这主要是考虑主刀医师在手术过程中不便使用触摸屏等方式完成参数输入,可由护士或助手充任机器人操作员。

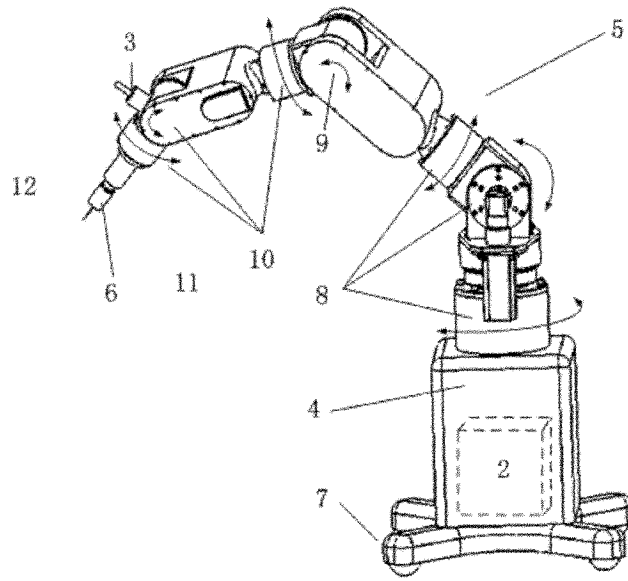


图 1

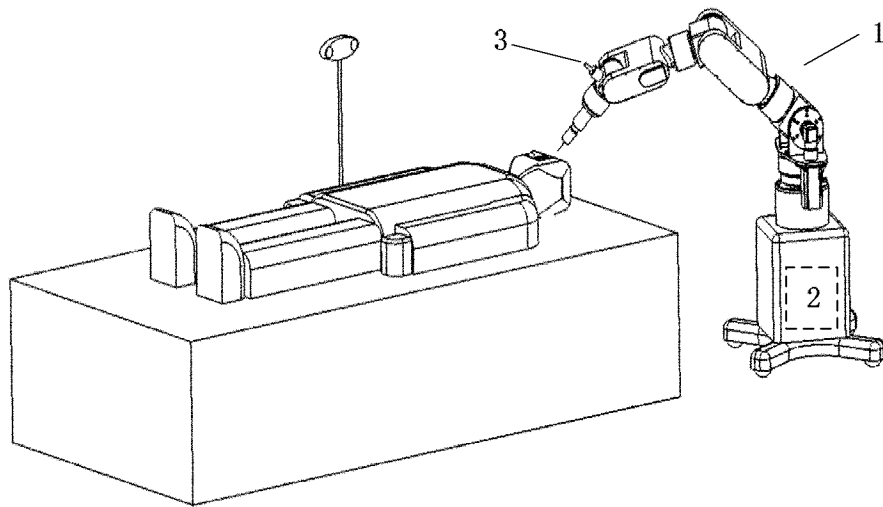


图 2

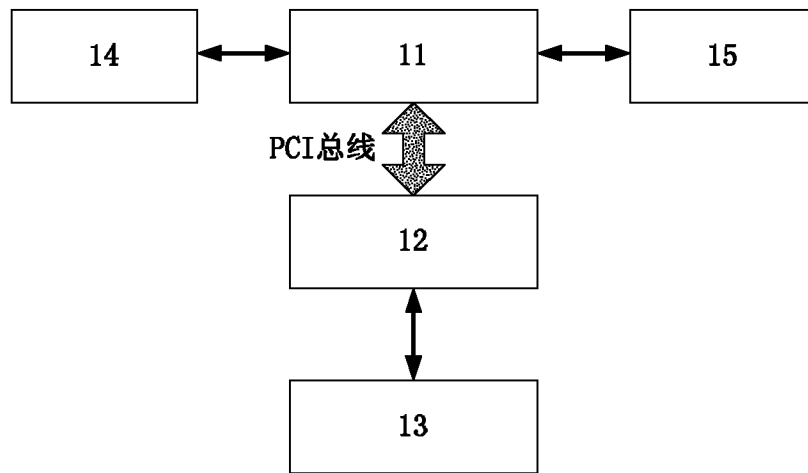


图 3