



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111096796 A
(43)申请公布日 2020.05.05

(21)申请号 201911400543.1

(22)申请日 2019.12.30

(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 姜力 任浩 郭闯强 何天宝
董杰

(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 张利明

(51)Int.Cl.

A61B 34/30(2016.01)

A61B 34/10(2016.01)

A61M 5/42(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

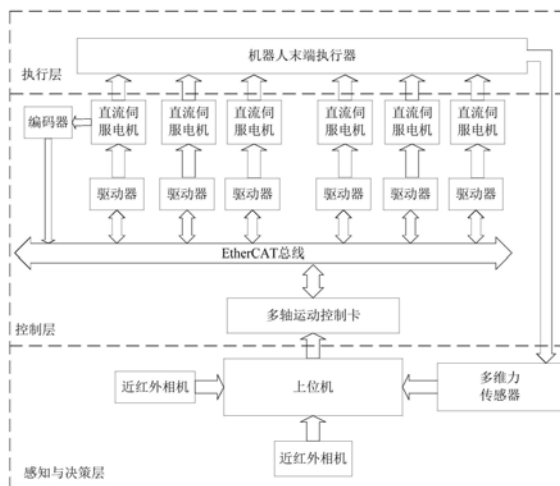
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

全自动静脉穿刺机器人多层控制系统

(57)摘要

一种全自动静脉穿刺机器人多层控制系统，属于机器人控制技术领域。本发明针对现有全自动静脉穿刺机器人的控制中，无法实现穿刺过程中动作的自主决策进而会造成患者不适的问题。分为感知与决策层、控制层及执行层，采用红外相机获取待穿刺手臂的双目相机图像；上位机对图像进行处理确定最终穿刺决策；多轴运动控制卡根据最终穿刺决策获得轨迹规划结果，将运动量分配到末端多轴运动的各个轴上，通过驱动器带动直流伺服电机驱动机器人末端执行器动作；多维力传感器采集末端执行器穿刺力信号给上位机，对穿刺决策进行调整；编码器将电机当前位置反馈给多轴运动控制卡，对轨迹规划结果进行实时调整。本发明可实现对全自动静脉穿刺机器人的多层控制。



1. 一种全自动静脉穿刺机器人多层控制系统,其特征包括:

采用两台近红外相机基于视差原理获取待穿刺手臂的双目相机图像;

上位机对双目相机图像进行立体矫正以及立体匹配,获得待穿刺手臂的血管深度;基于所述血管深度进行映射,获得血管点云图;再由血管点云图提取血管中心线,进而确定最终穿刺决策;

多轴运动控制卡根据最终穿刺决策获得轨迹规划结果,将运动量分配到末端多轴运动的各个轴上,并向对应于每个轴的驱动器发送运动指令,使驱动器驱动对应的直流伺服电机,从而共同带动机器人末端执行器动作;

在末端执行器动作的过程中,通过多维力传感器采集末端执行器穿刺力信号,并传送至上位机,上位机在现有最终穿刺决策的基础上,对穿刺决策进行调整;同时,每个直流伺服电机通过装设的编码器将电机当前位置反馈给多轴运动控制卡,多轴运动控制卡结合调整后的穿刺决策以及电机当前位置对所述轨迹规划结果进行实时调整,直至完成穿刺。

2. 根据权利要求1所述的全自动静脉穿刺机器人多层控制系统,其特征包括,

所述两台近红外相机相距58mm,对称布置于待穿刺手臂正上方300mm处。

3. 根据权利要求2所述的全自动静脉穿刺机器人多层控制系统,其特征包括,

所述确定最终穿刺决策包括:

在血管中心线上等距设置决策点,依据各决策点处血管直径、角度、深度和直线度对决策点进行评价,获得最佳穿刺点、穿刺角度和穿刺深度,形成最终穿刺决策。

4. 根据权利要求3所述的全自动静脉穿刺机器人多层控制系统,其特征包括,

所述轨迹规划结果的获得方法包括:在笛卡尔空间下进行轨迹规划,利用遗传算法获得穿刺时间最短路径,然后通过逆运动学解算,获得所述各个轴的运动量。

5. 根据权利要求4所述的全自动静脉穿刺机器人多层控制系统,其特征包括,

上位机在现有最终穿刺决策的基础上,对穿刺决策进行调整的方法包括:

上位机根据实时采集的末端执行器穿刺力信号,对穿刺决策进行调整;使末端执行器的针尖的位置和姿态能够在多轴运动控制卡的阻抗控制器的控制下实现动态调整,达到穿刺力最小。

6. 根据权利要求5所述的全自动静脉穿刺机器人多层控制系统,其特征包括,

当上位机实时采集的末端执行器穿刺力信号发生突变时,确定所述针尖已刺破血管上壁,此时最终穿刺决策调整为执行挑针动作,使针尖在多轴运动控制卡的控制下减小仰角至与手臂表面皮肤成 10° 夹角,然后平推进入血管。

全自动静脉穿刺机器人多层控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及全自动静脉穿刺机器人多层控制系统,属于机器人控制技术领域。

背景技术

[0002] 目前,临床上实施静脉穿刺主要依靠熟练的医护人员进行操作,这些医护人员需要经过专门的培训。其操作过程包括:在病人的手臂上扎止血带,然后让病人握拳使静脉血管突出,最后进行静脉穿刺。人工静脉穿刺对医护人员的经验和熟练度要求较高。即便是有经验的医护人员,当面对肤色较黑、静脉较深、覆盖伤症、纹身及毛发的病人,尤其是婴幼儿、老年人、肥胖者以及脱水病人等,要实现准确的静脉穿刺过程依然十分困难。

[0003] 随着计算机视觉和机器人技术的进步,对全自动静脉穿刺机器人的需求已经越来越强烈。目前对全自动静脉穿刺机器人的控制方法中,无法实现机器人在穿刺过程中动作的自主决策,因而无法根据当前的实际状况有针对性的修正穿刺过程,进而会造成患者的不适感,甚至在一定程度上造成患者的痛苦。

发明内容

[0004] 针对现有全自动静脉穿刺机器人的控制中,无法实现穿刺过程中动作的自主决策进而会造成患者不适的问题,本发明提供一种全自动静脉穿刺机器人多层控制系统。

[0005] 本发明所述一种全自动静脉穿刺机器人多层控制系统,包括:

[0006] 采用两台近红外相机基于视差原理获取待穿刺手臂的双目相机图像;

[0007] 上位机对双目相机图像进行立体矫正以及立体匹配,获得待穿刺手臂的血管深度;基于所述血管深度进行映射,获得血管点云图;再由血管点云图提取血管中心线,进而确定最终穿刺决策;

[0008] 多轴运动控制卡根据最终穿刺决策获得轨迹规划结果,将运动量分配到末端多轴运动的各个轴上,并向对应于每个轴的驱动器发送运动指令,使驱动器驱动对应的直流伺服电机,从而共同带动机器人末端执行器动作;

[0009] 在末端执行器动作的过程中,通过多维力传感器采集末端执行器穿刺力信号,并传送至上位机,上位机在现有最终穿刺决策的基础上,对穿刺决策进行调整;同时,每个直流伺服电机通过装设的编码器将电机当前位置反馈给多轴运动控制卡,多轴运动控制卡结合调整后的穿刺决策以及电机当前位置对所述轨迹规划结果进行实时调整,直至完成穿刺。

[0010] 根据本发明所述的全自动静脉穿刺机器人多层控制系统,所述两台近红外相机相距58mm,对称布置于待穿刺手臂正上方300mm处。

[0011] 根据本发明所述的全自动静脉穿刺机器人多层控制系统,所述确定最终穿刺决策包括:

[0012] 在血管中心线上等距设置决策点,依据各决策点处血管直径、角度、深度和直线度对决策点进行评价,获得最佳穿刺点、穿刺角度和穿刺深度,形成最终穿刺决策。

- [0013] 根据本发明所述的全自动静脉穿刺机器人多层控制系统，
- [0014] 所述轨迹规划结果的获得方法包括：在笛卡尔空间下进行轨迹规划，利用遗传算法获得穿刺时间最短路径，然后通过逆运动学解算，获得所述各个轴的运动量。
- [0015] 根据本发明所述的全自动静脉穿刺机器人多层控制系统，
- [0016] 上位机在现有最终穿刺决策的基础上，对穿刺决策进行调整的方法包括：
- [0017] 上位机根据实时采集的末端执行器穿刺力信号，对穿刺决策进行调整；使末端执行器的针尖的位置和姿态能够在多轴运动控制卡的阻抗控制器的控制下实现动态调整，达到穿刺力最小。
- [0018] 根据本发明所述的全自动静脉穿刺机器人多层控制系统，
- [0019] 当上位机实时采集的末端执行器穿刺力信号发生突变时，确定所述针尖已刺破血管上壁，此时最终穿刺决策调整为执行挑针动作，使针尖在多轴运动控制卡的控制下减小仰角至与手臂表面皮肤成 10° 夹角，然后平推进入血管。
- [0020] 本发明的有益效果：本发明中，选用近红外光用于静脉显影具有图像清晰和成像速度快的优点，其成像受毛发和肤色的影响较小，所以选用两个近红外增强相机进行静脉三维信息感知。在静脉穿刺中，穿刺力可以反映出穿刺状态和病人痛苦程度，因此使用多维力传感器检测穿刺力实现穿刺状态感知与穿刺策略调整。
- [0021] 本体控制层用于控制机器人本体执行穿刺决策，上位机PC将穿刺决策下发至下位机多轴运动控制卡，多轴运动控制卡进行轨迹规划，通过驱动器控制电机带动末端执行器完成穿刺动作。在运动过程中，电机输出轴上装有编码器，用于反馈电机的位置，便于运动控制卡进行轨迹规划。
- [0022] 本发明采用上位机进行图像处理、三维重构和自主决策，运算速度快；底层机器人的本体控制主要是进行轨迹规划控制机器人本体执行穿刺动作，该过程在多轴运动控制卡中完成；对机器人末端的分层控制，使两个控制层分工不同互不影响，可以提高控制系统的整体工作效率。

附图说明

[0023] 图1是本发明所述全自动静脉穿刺机器人多层控制系统的示例性框图；图中仅以一个直流伺服电机设置的编码器进行示意，事实上，每一个直流伺服电机均相应配置一个编码器。

具体实施方式

[0024] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0025] 需要说明的是，在不冲突的情况下，本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0026] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明，但不作为本发明的限定。

[0027] 具体实施方式一、结合图1所示，本发明提供了一种全自动静脉穿刺机器人多层控

制系统,包括:

[0028] 采用两台近红外相机基于视差原理获取待穿刺手臂的双目相机图像;

[0029] 上位机对双目相机图像进行立体矫正以及立体匹配,获得待穿刺手臂的血管深度;基于所述血管深度进行映射,获得血管点云图;再由血管点云图提取血管中心线,进而确定最终穿刺决策;

[0030] 多轴运动控制卡根据最终穿刺决策获得轨迹规划结果,将运动量分配到末端多轴运动的各个轴上,并向对应于每个轴的驱动器发送运动指令,使驱动器驱动对应的直流伺服电机,从而共同带动机器人末端执行器动作,按照规划好的路径完成穿刺动作;

[0031] 在末端执行器动作的过程中,通过多维力传感器采集末端执行器穿刺力信号,并传送至上位机,上位机在现有最终穿刺决策的基础上,对穿刺决策进行调整;同时,每个直流伺服电机通过装设的编码器将电机当前位置反馈给多轴运动控制卡,多轴运动控制卡结合调整后的穿刺决策以及电机当前位置对所述轨迹规划结果进行实时调整,直至完成穿刺。

[0032] 本实施方式可实现对全自动静脉穿刺机器人的多层控制,将整体控制分为感知与决策层,涉及两台近红外相机、上位机及多维力传感器,作为顶层控制层,可以实现静脉位置的感知与三维重构、自主穿刺决策与穿刺力感知;控制层,涉及多轴运动控制卡、驱动器、直流伺服电机及编码器,作为底层控制层;执行层,涉及机器人末端执行器。实施分层控制,可以有效提高控制效率,有利于后期开发、调试和维护。

[0033] 所述两台近红外相机在使用前,先进行标定,获得内外参数;然后再分别采集待穿刺手臂的图像。所述相机包括近红外增强相机,使用的光源为近红外光源。上位机用于进行图像处理、自主决策和人机交互,可用于实时显示静脉三维位置信息以及参数调整,根据静脉三维信息进行穿刺决策;还可以实时显示穿刺状态,穿刺过程和末端执行器位置;此外人机交互界面还可以调整图像处理参数、运动参数等。本体控制层中的运动参数可以在界面中进行调整,各轴的运动状态也在界面中显示出来。多维力传感器用于感知穿刺过程中穿刺力的变化情况,用于感知穿刺状态和调整穿刺策略。所述编码器用于感知和反馈直流伺服电机的位置。

[0034] 结合图1所示,所述感知与决策层与本体控制层的通信方式可选用总线式通信,采用EtherCAT总线进行通信,具有通信效率高,可拓展性强的优势,便于后期整个系统功能的拓展。感知与决策层与本体控制层的软件开发可以统一使用C++语言,使用QT编写人机交互界面,实现静脉三维信息、穿刺状态的显示,和运动参数的调整,可增强系统的兼容性和可移植性。

[0035] 近红外相机采集到的图像信息可通过USB传输至上位机。

[0036] 作为示例,所述两台近红外相机相距58mm,对称布置于待穿刺手臂正上方300mm处。

[0037] 本实施方式采用双目视觉进行静脉三维重构,由于近红外光在静脉显影领域具有较为明显的优势,所以选用近红外增强相机和近红外光源实现静脉的三维重构,在立体匹配算法中,使用SGBM算法,效果较好,速度较快;设计自主决策算法,依据静脉三维信息实现自主决策,该算法是显现全自动静脉穿刺的技术关键;使用多维力传感器感知穿刺力的变化情况,可以感知穿刺状态和病人的痛苦程度。

[0038] 进一步,所述确定最终穿刺决策包括:

[0039] 在血管中心线上等距设置决策点,依据各决策点处血管直径、角度、深度和直线度对决策点进行评价,获得最佳穿刺点、穿刺角度和穿刺深度,形成最终穿刺决策。

[0040] 再进一步,所述轨迹规划结果的获得方法包括:在笛卡尔空间下进行轨迹规划,利用遗传算法获得穿刺时间最短路径,然后通过逆运动学解算,获得所述各个轴的运动量。

[0041] 再进一步,上位机在现有最终穿刺决策的基础上,对穿刺决策进行调整的方法包括:

[0042] 上位机根据实时采集的末端执行器穿刺力信号,对穿刺决策进行调整;使末端执行器的针尖的位置和姿态能够在多轴运动控制卡的阻抗控制器的控制下实现动态调整,从而在穿刺过程中达到穿刺力最小,最大程度减轻病人的痛苦。

[0043] 再进一步,当上位机实时采集的末端执行器穿刺力信号发生突变时,确定所述针尖已刺破血管上壁,此时最终穿刺决策调整为执行挑针动作,使针尖在多轴运动控制卡的控制下减小仰角至与手臂表面皮肤成 10° 夹角,然后平推进入血管。

[0044] 在本地控制层中,设计的穿刺流程完全模拟护士静脉穿刺的流程,在刺破血管壁时,执行挑针动作,将针的仰角减小,再将针平推进入血管。

[0045] 作为示例,本实施方式的具体实施可以包括六个驱动器、六个直流伺服电机和六个编码器,从而实现对全自动静脉穿刺机器人6自由度的控制。

[0046] 综上所述,本发明通过计算机视觉自动识别手肘部静脉,然后进行穿刺位姿决策,最后控制机械臂将针头插入静脉,并实现自动采血功能。本发明是在已有静脉穿刺机器人机械本体的基础上,设计出多层控制系统,实现静脉识别与自动穿刺。

[0047] 虽然在本文中参照了特定的实施方式来描述本发明,但是应该理解的是,这些实施例仅仅是本发明的原理和应用的示例。因此应该理解的是,可以对示例性的实施例进行许多修改,并且可以设计出其他的布置,只要不偏离所附权利要求所限定的本发明的精神和范围。应该理解的是,可以通过不同于原始权利要求所描述的方式来结合不同的从属权利要求和本文中所述的特征。还可以理解的是,结合单独实施例所描述的特征可以使用在其他所述实施例中。

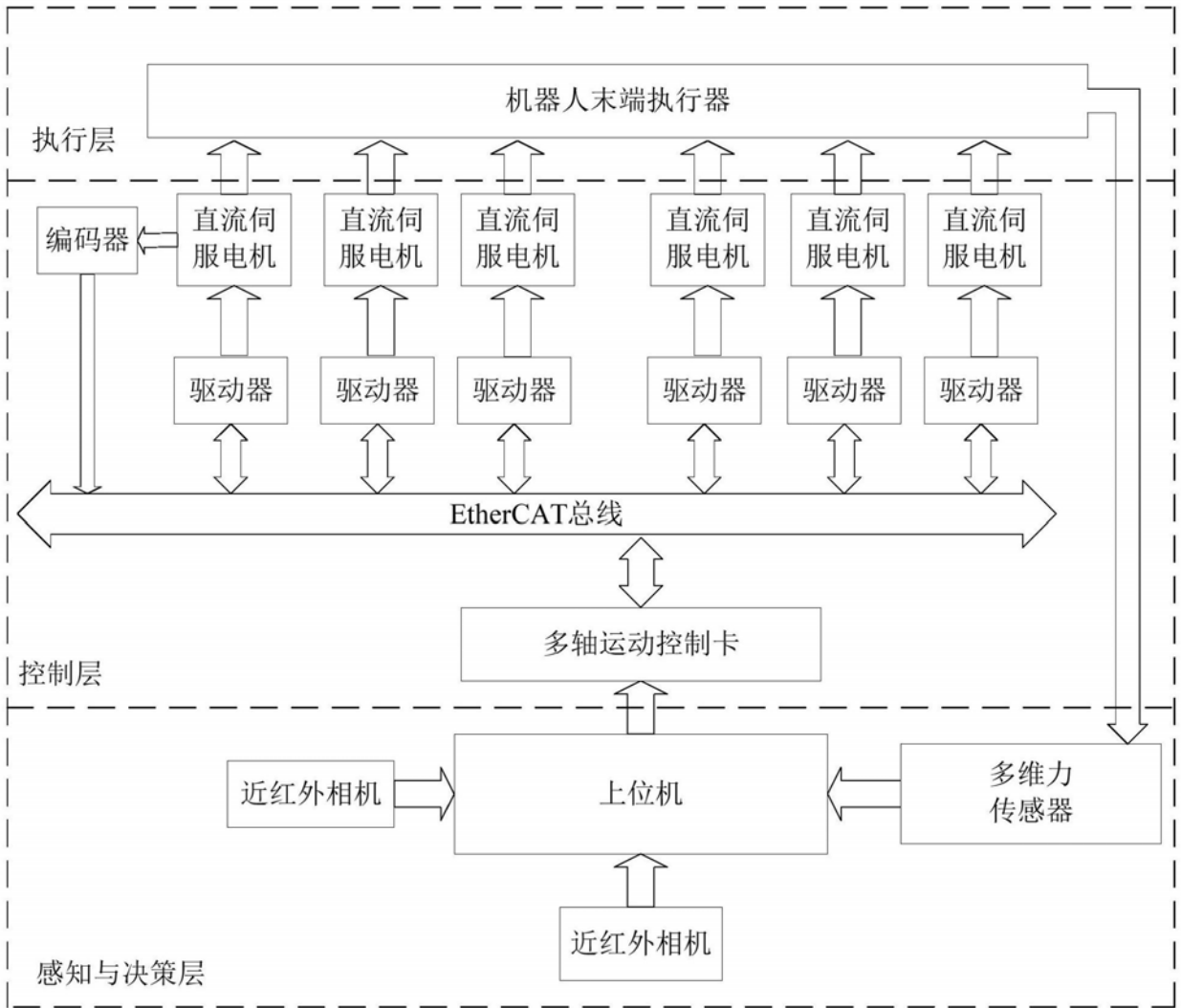


图1

专利名称(译)	全自动静脉穿刺机器人多层控制系统		
公开(公告)号	CN111096796A	公开(公告)日	2020-05-05
申请号	CN201911400543.1	申请日	2019-12-30
[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	姜力 任浩 郭闯强 何天宝 董杰		
发明人	姜力 任浩 郭闯强 何天宝 董杰		
IPC分类号	A61B34/30 A61B34/10 A61M5/42 A61B5/00		
代理人(译)	张利明		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种全自动静脉穿刺机器人多层控制系统，属于机器人控制技术领域。本发明针对现有全自动静脉穿刺机器人的控制中，无法实现穿刺过程中动作的自主决策进而会造成患者不适的问题。分为感知与决策层、控制层及执行层，采用红外相机获取待穿刺手臂的双目相机图像；上位机对图像进行处理确定最终穿刺决策；多轴运动控制卡根据最终穿刺决策获得轨迹规划结果，将运动量分配到末端多轴运动的各个轴上，通过驱动器带动直流伺服电机驱动机器人末端执行器动作；多维力传感器采集末端执行器穿刺力信号给上位机，对穿刺决策进行调整；编码器将电机当前位置反馈给多轴运动控制卡，对轨迹规划结果进行实时调整。本发明可实现对全自动静脉穿刺机器人的多层控制。

