



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105877846 A

(43)申请公布日 2016.08.24

(21)申请号 201610194056.4

(22)申请日 2016.03.30

(71)申请人 杨重骏

地址 361005 福建省厦门市思明区思明南路422号厦门大学

(72)发明人 杨重骏

(51)Int.Cl.

A61B 34/37(2016.01)

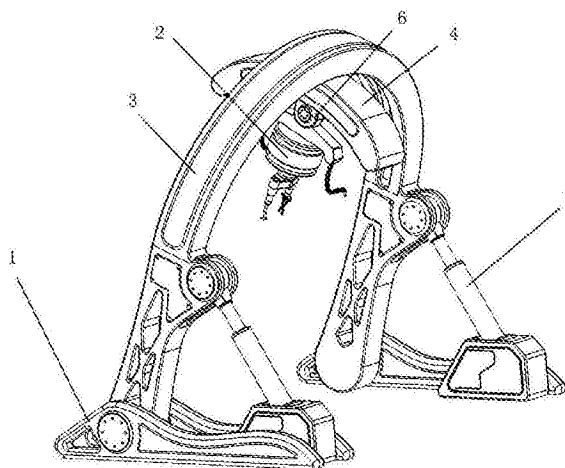
权利要求书2页 说明书14页 附图6页

(54)发明名称

口腔诊疗机器人系统及其控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种口腔诊疗机器人系统,它包括显示和成像设备、主操作手、医生主控制台、手术控制台、从操作手、内窥镜以及力传感器,医生主控制台设置有计算机系统,手术控制台设置有计算机系统,显示和成像设备与医生主控制台的计算机系统电连接,显示和成像设备与医生主控制台的计算机系统电连接,医生主控制台的计算机与手术控制台的计算机电连接,针对现阶段优秀医疗资源发展不平衡的问题,结合移动互联网与遥操作技术,克服手术或诊疗操作的地域限制,不仅可以实现远距离手术,还可以避免医生长期暴露在危险的操作环境中。



1. 一种口腔诊疗机器人系统, 其特征在于: 包括显示和成像设备、主操作手、医生主控制台、手术控制台、从操作手、内窥镜以及力传感器, 医生主控制台设置有计算机系统, 手术控制台设置有计算机系统, 显示和成像设备与医生主控制台的计算机系统电连接, 显示和成像设备与医生主控制台的计算机系统电连接, 医生主控制台的计算机与手术控制台的计算机电连接, 从操作手与手术控制台的计算机电连接, 内窥镜与手术控制台的计算机电连接, 力传感器与手术控制台的计算机电连接, 医生主控制台的计算机系统设置有虚拟现实模块, 手术控制台的计算机系统设置有口腔诊疗机器人系统的控制系统, 虚拟现实模块通过主操作手的API接口采集到当前从操作手的各个关节的运动信息, 对其进行滤波处理之后, 再进一步通过主操作手的正运动学求解就可以得到其末端的运动信息, 虚拟现实模块将末端的运动信息传递给口腔诊疗机器人系统的控制系统, 口腔诊疗机器人系统的控制系统控制从操作手动作。

2. 根据权利要求1所述的口腔诊疗机器人系统, 其特征在于: 医生主控制台的计算机系统还设置有专家控制模块, 专家控制模块包含特征识别信息处理模块、用于存储专家经验数据的存储模块以及用于确定专家经验模型的逻辑决策推理模块, 通过特征识别信息处理模块向逻辑决策推理模块输入参数, 逻辑决策推理模块从存储模块调取对应专家经验模型, 专家经验模型信息传递给虚拟现实模块。

3. 根据权利要求1所述的口腔诊疗机器人系统, 其特征在于: 医生主控制台还设置有异常识别模块, 异常识别模块基于非线性支持向量机算法, 异常识别模块通过接收内窥镜以及力传感器的反馈信息, 将反馈信息输入异常识别模块的神经网络识别算法内进行计算, 将输出信号传递给虚拟现实模块。

4. 根据权利要求1所述的口腔诊疗机器人系统, 其特征在于: 从操作手包括多自由度球坐标式滑轨机构, 多自由度球坐标式滑轨机构包括基座、末端执行器、第一圆弧形导向轨道、第二圆弧形导向轨道、第一安装座以及第二安装座, 所述第一圆弧形导向轨道、第二圆弧形导向轨道呈圆弧形, 第一圆弧形导向轨道安装在基座上, 所述末端执行器安装在第二安装座上, 第二安装座滑动安装在第二圆弧形导向轨道的内凹一侧, 第一安装座固定在第二圆弧形导向轨道上, 第一安装座滑动安装在第一圆弧形导向轨道的内凹一侧, 所述第一圆弧形导向轨道和第二圆弧形导向轨道呈交叉设置。

5. 根据权利要求4所述的口腔诊疗机器人系统, 其特征在于: 末端执行器包括存储座以及机械手, 手术存储座上开设有若干个用于存储手术器械的储存腔, 储存腔内固定有用于带动手术器械在储存腔内进行移动的第一驱动气缸, 第一驱动气缸的伸缩杆端部固定有用于吸附手术器械的第一电磁铁, 所述机械手包括转轴、转盘以及固定柱, 所述转轴转动安装在存储座上, 存储座上固定有用于驱动转轴相对存储座转动的驱动电机, 所述转盘固定在转轴的下端, 所述固定柱固定在转盘上, 所述固定柱上开设有用于供手术器械穿过的固定孔, 所述固定孔内固定有用于吸附手术器械的第二电磁铁, 第二电磁铁上开设有用于供手术器械穿过的穿孔。

6. 基于权利要求1所述的口腔诊疗机器人系统的控制方法, 其特征在于: 口腔诊疗机器人系统的使用模式有三种, 分别为主从操作模式、监控模式和离线仿真模式, 主从操作模式的时候, 在医生手动诊疗过程中, 依据内窥镜反馈的口腔病灶部位实时图像, 结合力传感器反馈给主操作手的触觉信息, 在主操作手输入各种操作动作, 医生主控制台的计算机控制

系统通过实时采集主操作手运动所产生的编码器信号和力学信号来求解得到医生所输入的动作与力觉指令,所得到的主手动动作命令经过处理之后会被转换成相应从操作手的运动命令,发送给从操作手的计算机控制系统,同时主控制台计算机系统也会接收从操作手反馈回的从操作手的状态信息,并作相应处理,从操作手计算机控制系统在接收到相应的从操作手运动命令之后,控制从操作手上相应的关节运动,从而实现既定动作,即复现医生在主操作手上所输入的操纵动作,当医生进行手动诊疗过程时,口腔内窥镜、位置与力传感器会对专家口腔诊疗的操作进行存储提取,在此之后,利用分类器系统,进行学习式多机器人路径规划,建立专家模型,形成间接型在线专家控制器,根据所测量到的口腔形态学和力学特性建立软组织解析模型,之后利用统计方法进行比对,识别与判断出异常组织,这样在自动诊疗过程中,末端执行器就会依据专家库中已有的诊疗方案,根据既定专家模型中的规划路线对患者的异常组织进行有关操作,从而实现自动化专家诊疗操作,在监控模式下,在监控式操作中,虚拟环境接收从操作手末端执行器的视觉、力和位移信息,主操作手根据传回的位移信息控制虚拟机器人随着真实诊疗机器人的运动而运动,监控人员运用虚拟现实系统提供的自由视点功能可以从各个角度观察诊疗过程的进行状况,以克服视觉系统只能从单一视点提供二维图像的缺点,同时,虚拟环境将采集主操作手传回的力传感器的信息,以帮助医生获得末端执行器对患者口腔所施加的力觉信息,监控式操作可以有效监控机器人的动作,帮助医生进行实时干预,防止意外情况的发生,这种操作方法主要作为医生干预机器人操作的手段,增加医生对操作环境的感知度和临场感,便于高效、安全地完成口腔诊疗任务,在离线仿真模式下,在离线仿真式操作中,网络通信环节不进行任何操作以及数据交换,操作者单纯操作主操作手虚拟环境,同时虚拟环境会表现出真实世界中的种种物理特性,通过操作者与虚拟环境之间的交互,操作者可以获得真实的操作体验,操作者可根据不同的口腔诊疗任务,进行不同的诊疗与手术策略,在虚拟环境中预演以验证其可行性,这种控制方式主要用于对新接触诊查的医生的训练和对复杂口腔诊疗任务的手术前期规划与仿真。

口腔诊疗机器人系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种机器人系统,特别涉及一种口腔诊疗机器人系统以及其控制方法,属于医疗设备及其控制方法。

背景技术

[0002] 随着生活水平的不断提高,人们已经开始更多地关注健康问题,牙齿是人类健康的保护神,拥有一口结实、完好的牙齿是身体健康的保证,目前,口腔的患病率为人体各器官之首,几乎每个人在一生中都难免会受到牙病之苦,口腔科的主要疾病是牙齿、牙周类的有关疾病。近十几年来,伴随着口腔卫生关注度的增加,口腔医疗服务的多元化和市场化使人们可以选择更加优秀的医疗服务,口腔科诊疗规范化的操作体系和团队的合作方式也日益被广大医生和病人所瞩目。现有的口腔诊疗具有下述缺点:

[0003] 首先,高水平口腔医护团队的严重缺失,目前一些发达国家(如美国、英国、日本等)的口腔治疗皆为团队性质,这样能够最大限度地提高工作效率和医疗质量,为病人和社会提供更好的服务,与之相比,我国口腔治疗体系尚不健全,尤其是人力资源配置方面还相对滞后,例如牙科助理、口腔治疗员、口腔卫生士等职位还没有设立,因此,也不能够形成分工明确,密切协作的口腔团队来为病人提供全面、优质的服务,在此前提下,还要尽可能地让病人享受到优质的口腔医疗服务和口腔保健指导,口腔专业护士就责无旁贷地负担起一部分牙医助理、口腔治疗员、口腔卫生士的工作内容,协助医生共同完成为病人服务的任务,由于口腔诊疗存在操作视野狭小、技术复杂、操作精度要求高、病人不配合等特点,医生很难快速、独立地完成临床操作,现在WHO推行的口腔医护协作方式为“四手操作”模式,因其有着严格的理论体系和规范的操作系统,日渐被广大医务工作者所接受。

[0004] 所谓“四手操作”就是在口腔治疗过程中,医生护士采取舒适的座位,病人采取放松的仰卧位,医护双手同时在口腔治疗中完成各种操作,平稳而迅速地传递所用器械及材料,并帮助患者吸取唾液及喷水,无需患者仰卧起坐起来吐水,也无需患者张嘴等待时间,医生、护士同在治疗椅旁为病人服务,缓解了医生的疲劳,使其技术水平得以充分发挥;同时病人得到了随时细心的护理也感觉很舒适,但口腔护士必须经过口腔专业知识和专科护理技能的学习和培训,才能胜任“四手操作”的椅旁护理工作。

[0005] 一方面,“四手操作”技术在我国兴起有近20年时间,但由于长期以来口腔专科护士的缺乏、专业水平不足,使得该方法在医护人员中的认知度、接受程度受到了限制,陶建英等进行的问卷调查显示,医护人员中对四手操作的认知情况有31%不了解,49%部分了解,20%了解较深并有所掌握;开展情况调查中,85%没有开展过四手操作和查阅过四手操作相关资料,10%曾开展过,5%正在开展;接受程度调查中,63%对四手操作感兴趣,37%兴趣一般或没兴趣。

[0006] 另一方面,若要普及“四手操作”技术,既要增加人员,又要进行专业培训,这意味着经济支出上的增加,如工资、奖金、福利等,而如上所述,此方法在医护人员中的认知度、接受程度却普遍不足,人员流动性又较强,专业化水平与患者的实际需求严重脱节,可谓入

不敷出,如今世界上许多国家设有专门的牙科护士学校来培养口腔专业护理人员,并设立口腔护士资格认证制度,只有取得相应的执业资格才能够从事口腔专科护理工作,但我国目前大部分医学院校均以培养口腔医学专业和口腔工艺技术专业学员为主,很少有专门的口腔护理专业,不能向口腔医疗临床输送此类专门人才,从而造成了口腔护理专业人才的短缺,以往的口腔科护士都未受过专业培训,不熟悉口腔治疗的方法程序、无法默契地配合医生完成各项操作,无论医生如何忙,护士也常闲着无事可做或者只能机械地执行医嘱,工作缺乏主动参与意识,使得医生不得不承担助理、护士和治疗员等多种工作,不能把全部精力投入到治疗当中,而在一些专业的口腔医疗机构中,更是出现了一名护士配合多名医生的配置模式,这种现象与目前国际口腔医疗现状相差甚远,而口腔医疗与国际接轨,就必须把医生从与治疗无关的琐事中解脱出来,使之全身心地投入到口腔疾病的诊疗当中去,因此,伴随着虚拟现实技术、智能控制方法、机器人技术在医疗领域应用的不断深入,研制高性能的辅助智能诊疗机器人协助医生完成口腔诊疗工作具有重要的现实意义。

[0007] 其次,传统口腔专科医师培养模式具有局限性,从口腔专科医生培养的角度来讲,多数的口腔诊疗都是以视觉效果的评价和手工操作为基础、以经验积累和归纳总结为主要发展方式、以形象思维和形式逻辑为主要思维方式的形象科学,正是这种原因导致在临床医疗过程中存在很大的随机性和局限性,同时也极大地阻碍了整个口腔诊疗技术的发展,并使口腔诊疗学的发展水平远远落后于世界科学技术革新的脚步。

[0008] 牙科手术临床操作主要包括牙齿病理诊断和牙齿形状修复,进行病理诊断时,医生操作工具探查病人牙齿,利用病变和健康组织硬度不同的特征,检查龋齿、溃疡等;牙齿修复过程包括去除损伤部分、填补、牙体制备和安装牙冠,牙齿包含牙釉质、牙本质、牙骨质和牙髓,不同组织其硬度不同,另外,牙齿形状不规则、有空腔,因此从不同角度切割时,力的大小和方向不同,而只有经验丰富的牙科医生和心灵手巧的专业技术师的密切合作,才能制作出高质量低返修率的义齿,而在现实生活中,这样的医生和技师只是凤毛麟角,这样的搭配更是少之又少,在以上操作过程中,医生主要依靠视觉和触觉的配合来保证手术质量和安全,利用视觉判断修磨后牙齿的几何外形是否满足要求,利用触觉感知牙齿的硬度,从而判断牙齿被操作部位和决定操作力的大小,因此,研制提高诊疗操作精度和具有力觉与视觉反馈的辅助诊疗设备迫在眉睫。

[0009] 从医师培养的角度来讲,目前医学界主要采用离体牙和假牙来训练医生的手术技巧和触觉感知能力,这两种方法都有局限,一方面,牙体保存技术已成为当前发展趋势,其目标是尽量保存病牙,因此离体牙的供给量越来越少;另一方面,假牙材料的本构关系和真牙有差别,用在训练中其真实感和有效性都差强人意,因此,任何能提高医师培训质量以及专家操作的技术都将起到巨大的推动作用。

发明内容

[0010] 本发明的目的在于克服现有技术中存在的上述不足,而提供一种能够替代医生进行口腔诊疗的口腔诊疗机器人系统及其控制方法。本发明解决上述问题所采用的技术方案是:该口腔诊疗机器人系统包括显示和成像设备、主操作手、医生主控制台、手术控制台、从操作手、内窥镜以及力传感器,医生主控制台设置有计算机系统,手术控制台设置有计算机系统,显示和成像设备与医生主控制台的计算机系统电连接,显示和成像设备与医生主控

制台的计算机系统电连接,医生主控制台的计算机与手术控制台的计算机电连接,从操作手与手术控制台的计算机电连接,内窥镜与手术控制台的计算机电连接,力传感器与手术控制台的计算机电连接,医生主控制台的计算机系统设置有虚拟现实模块,手术控制台的计算机系统设置有口腔诊疗机器人系统的控制系统,虚拟现实模块通过主操作手的API接口可以采集到当前从操作手的各个关节的运动信息,对其进行滤波处理之后,再进一步通过主操作手的正运动学求解就可以得到其末端的运动信息,虚拟现实模块将末端的运动信息传递给口腔诊疗机器人系统的控制系统,口腔诊疗机器人系统的控制系统控制从操作手动作。

[0011] 作为优选,本发明的医生主控制台的计算机系统还设置有专家控制模块,专家控制模块包含特征识别信息处理模块、用于存储专家经验数据的存储模块以及用于确定专家经验模型的逻辑决策推理模块,通过特征识别信息处理模块向逻辑决策推理模块输入参数,逻辑决策推理模块从存储模块调取对应专家经验模型,专家经验模型信息传递给虚拟现实模块。

[0012] 作为优选,本发明的医生主控制台还设置有异常识别模块,异常识别模块基于非线性支持向量机算法,异常识别模块通过接收内窥镜以及力传感器的反馈信息,将反馈信息输入异常识别模块的神经网络识别算法内进行计算,将输出信号传递给虚拟现实模块。

[0013] 作为优选,本发明的从操作手包括多自由度球坐标式滑轨机构,多自由度球坐标式滑轨机构包括基座、末端执行器、第一圆弧形导向轨道、第二圆弧形导向轨道、第一安装座以及第二安装座,所述第一圆弧形导向轨道、第二圆弧形导向轨道呈圆弧形,第一圆弧形导向轨道安装在基座上,所述末端执行器安装在第二安装座上,第二安装座滑动安装在第二圆弧形导向轨道的内凹一侧,第一安装座固定在第二圆弧形导向轨道上,第一安装座滑动安装在第一圆弧形导向轨道的内凹一侧,所述第一圆弧形导向轨道和第二圆弧形导向轨道呈交叉设置。

[0014] 作为优选,本发明的末端执行器包括存储座以及机械手,手术存储座上开设有若干个用于存储手术器械的储存腔,储存腔内固定有用于带动手术器械在储存腔内进行移动的第一驱动气缸,第一驱动气缸的伸缩杆端部固定有用于吸附手术器械的第一电磁铁,所述机械手包括转轴、转盘以及固定柱,所述转轴转动安装在存储座上,存储座上固定有用于驱动转轴相对存储座转动的驱动电机,所述转盘固定在转轴的下端,所述固定柱固定在转盘上,所述固定柱上开设有用于供手术器械穿过的固定孔,所述固定孔内固定有用于吸附手术器械的第二电磁铁,第二电磁铁上开设有用于供手术器械穿过的穿孔。

[0015] 本发明的口腔诊疗机器人系统的控制方法,口腔诊疗机器人系统的使用模式有三种,分别为主从操作模式、监控模式和离线仿真模式,主从操作模式的时候,在医生手动诊疗过程中,医生主要依据内窥镜反馈的口腔病灶部位实时图像,结合力传感器反馈给主操作手的触觉信息,在主操作手输入各种操作动作,医生主控制台的计算机控制系统通过实时采集主操作手运动所产生的编码器信号和力学信号来求解得到医生所输入的动作与力觉指令,所得到的主手动命令经过处理之后会被转换成相应从操作手的运动命令,发送给从操作手端的计算机控制系统,同时主控制台端计算机系统也会接收从操作手端反馈回的从操作手的状态信息,并作相应处理,从操作手端计算机控制系统在接收到相应的从操作手运动命令之后,控制从操作手上相应的关节运动,从而实现既定动作,即复现医生在主

操作手上所输入的操纵动作,当医生进行手动诊疗过程时,口腔内窥镜、位置与力传感器会对专家口腔诊疗的操作进行存储提取,在此之后,利用分类器系统,进行学习式多机器人路径规划,建立专家模型,形成间接型在线专家控制器,根据所测量到的口腔形态学和力学特性建立软组织解析模型,之后利用统计方法进行比对,识别与判断出异常组织,这样在自动诊疗过程中,末端执行器就会依据专家库中已有的诊疗方案,根据既定专家模型中的规划路线对患者的异常组织进行有关操作,从而实现自动化专家诊疗操作,在监控模式下,在监控式操作中,虚拟环境接收从操作手端末端执行器的视觉、力和位移信息,主操作端根据传回的位移信息控制虚拟机器人随着真实诊疗机器人的运动而运动,监控人员运用虚拟现实系统提供的自由视点功能可以从各个角度观察诊疗过程的进行状况,以克服视觉系统只能从单一视点提供二维图像的缺点,同时,虚拟环境将采集主操作端传回的力传感器的信息,以帮助医生获得末端执行器对患者口腔所施加的力觉信息,监控式操作可以有效监控机器人的动作,帮助医生进行实时干预,防止意外情况的发生,这种操作方法主要作为医生干预机器人操作的手段,增加医生对操作环境的感知度和临场感,便于高效、安全地完成口腔诊疗任务,在离线仿真模式下,在离线仿真式操作中,网络通信环节不进行任何操作以及数据交换,操作者单纯操作主操作端虚拟环境,同时虚拟环境会表现出真实世界中的种种物理特性,通过操作者与虚拟环境之间的交互,操作者可以获得真实的操作体验,操作者可根据不同的口腔诊疗任务,进行不同的诊疗与手术策略,在虚拟环境中预演以验证其可行性,这种控制方式主要用于对新接触诊查的医生的训练和对复杂口腔诊疗任务的手术前期规划与仿真。

[0016] 本发明与现有技术相比,具有以下优点和效果:针对现阶段优秀医疗资源发展不平衡的问题,结合移动互联网与遥操作技术,克服手术或诊疗操作的地域限制,不仅可以实现远距离手术,还可以避免医生长期暴露在危险的操作环境中(如X光电磁辐射、传染疾病交叉感染、防护不足等);其次,对于口腔诊疗操作,采用主从遥操作模式,可以提高手术操作的灵活性与精度,降低操作强度,从而提高手术的质量;再次,这种模式可以拓宽手术的范围,利用医生的经验,结合机器人的精确性与可控性,延伸了医生的技能,对于疑难杂症的诊疗实现起来相对更加容易。遥操作可以使现场的口腔医生能实时获得远程专家的交互式会诊。交互工具可以使顾问医生把靶点投影于患者身上来帮助指导现场口腔医生的操作,或直接通过从手操纵仪器,这样使专家们技能的发挥不受空间距离的限制。同时,还可以通过网络在机器人辅助口腔诊疗中控制和监控机器人的动作。针对口腔诊疗团队人力资源配置不均、口腔护理专业人员的缺失、口腔专科医师培训质量差强人意等问题,使用计算机技术(主要是计算机图形学与虚拟现实技术的结合)来模拟、指导口腔诊疗所涉及的各种过程。在时间段上包括了诊疗前、诊疗中、诊疗后;在实现目的上包括诊疗计划制定,诊疗排练演习,诊疗教学与培训,诊疗技能训练,诊疗中引导操作,诊疗后康复方案私人定制,远程专家协商会诊等。在计算机中所建立的虚拟环境,按照手术策略在计算机上形象化地预演整个手术过程,不断地发现不足,纠正错误,直到仿真效果达到预期目标时再进行真正的手术操作,对减小手术损伤、减少对临近组织损害、提高定位精度、执行复杂口腔手术和提高手术成功率等都具有十分重要的意义。针对多数的口腔诊疗都是以视觉效果的评价和手工操作为基础、以经验积累和归纳总结为主要发展方式、以形象思维和形式逻辑为主要思维方式的形象科学,同时针对口腔疾病具有较高的漏诊率、误诊率、诊断过程的高随机性与局

限性等特点,利用内窥镜技术与传感技术对图像、位置与力信息进行采集,采用数据挖掘技术进行知识提取,本发明中的知识提取是指将医生的操作经验数据化并进行存储,建立专家模型。根据所测量到的口腔形态学和力学特性建立软组织解析模型,利用异常检测技术进行异常组织识别与判断,并依据所建立的专家模型形成初步的诊疗方案,最大限度地避免人为失误;利用虚拟现实技术重构口腔形态学与力学模型,形成3D影像模型、显示有关参数,通过个人信息管理系统供口腔医生参考。针对口腔诊疗方案的设计与实施是一项复杂度高、操作要求高、重复度高的精细劳动以及新医生操作不熟练等问题,采用人工智能技术,使机器具有自学习能力,辅助医生实现专家控制。针对口腔内软组织作为主要被控对象多具有时变性、非线性、各向异性等特点,在线专家控制器以专家模型的输出作为机器人末端执行器的操纵控制参量,应用模型非线性反馈线性化方法,分自动和手动两种模式实现对口腔诊疗操作过程的远程在线跟踪控制。针对操作空间狭小、技术复杂、精度要求高、专业口腔自动化诊疗设备匮乏等问题,建立一组基于双滑轨的多自由度球坐标式电力驱动多臂机械手,作为末端执行器代替传统的口腔诊疗设备。针对口腔诊疗操作的多任务性,设计新型机械结构,使末端执行器可根据计算机或医生的操作指令自动切换多种设备,以达到诊疗所需要的操作模式,配合控制端完成口腔诊疗工作。针对病人不配合、专业护士护理技能缺乏、人工成本高等问题,所设计的诊疗设备可用于固定患者头部、调节口腔位姿,以适合机械手沿规划路径运动。随着护理人员的减少,虚拟手术能够大幅降低患者和医院在口腔护理上的人员开支。针对口腔诊疗中的辅助设备多、执行繁琐等特点,所设计的诊疗设备可配合既定成熟技术,实现手术器械存储、术后废液收集、术后器具消毒、全口腔CT成像、3D快速打印成型义齿、辅助患者康复等辅助功能。。

附图说明

- [0017] 图1是本发明实施例多自由度球坐标式滑轨机构的使用状态结构示意图。
- [0018] 图2是本发明实施例多自由度球坐标式滑轨机构的结构示意图。
- [0019] 图3是本发明实施例多自由度球坐标式滑轨机构的第二圆弧形导向轨道的安装结构示意图。
- [0020] 图4是本发明实施例多自由度球坐标式滑轨机构的第一安装座的安装结构示意图。
- [0021] 图5是本发明实施例多自由度球坐标式滑轨机构的第二安装座的安装结构示意图。
- [0022] 图6是本发明实施例末端执行器的运动轨迹控制原理示意图。
- [0023] 图7是本发明实施例末端执行器的结构示意图。
- [0024] 图8是本发明实施例末端执行器的第二电磁铁的剖视结构示意图。
- [0025] 图9是本发明实施例另一解决方案末端执行器的状态1的结构示意图。
- [0026] 图10是本发明实施例另一解决方案末端执行器的状态2结构示意图。
- [0027] 图11是本发明实施例另一解决方案末端执行器的状态3结构示意图。
- [0028] 图12是本发明实施例另一解决方案末端执行器的第二电磁铁的结构示意图。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图并通过实施例对本发明作进一步的详细说明,以下实施例是对本发明的解释而本发明并不局限于以下实施例。

[0030] 本实施例中的口腔诊疗机器人系统包括显示和成像设备、主操作手、医生主控制台、手术控制台、从操作手、内窥镜以及力传感器,医生主控制台设置有计算机系统,手术控制台设置有计算机系统,显示和成像设备与医生主控制台的计算机系统电连接,显示和成像设备与医生主控制台的计算机系统电连接,医生主控制台的计算机与手术控制台的计算机电连接,从操作手与手术控制台的计算机电连接,内窥镜与手术控制台的计算机电连接,力传感器与手术控制台的计算机电连接,医生主控制台的计算机系统设置有虚拟现实模块,手术控制台的计算机系统设置有口腔诊疗机器人系统的控制系统,虚拟现实模块通过主操作手的API接口可以采集到当前从操作手的各个关节的运动信息,对其进行滤波处理之后,再进一步通过主操作手的正运动学求解就可以得到其末端的运动信息,虚拟现实模块将末端的运动信息传递给口腔诊疗机器人系统的控制系统,口腔诊疗机器人系统的控制系统控制从操作手动作。

[0031] 本实施例中,医生主控制台的计算机系统还设置有专家控制模块,专家控制模块包含特征识别信息处理模块、用于存储专家经验数据的存储模块以及用于确定专家经验模型的逻辑决策推理模块,通过特征识别信息处理模块向逻辑决策推理模块输入参数,逻辑决策推理模块从存储模块调取对应专家经验模型,专家经验模型信息传递给虚拟现实模块。

[0032] 本实施例中医生主控制台还设置有异常识别模块,异常识别模块基于非线性支持向量机算法,异常识别模块通过接收内窥镜以及力传感器的反馈信息,将反馈信息输入异常识别模块的神经网络识别算法内进行计算,将输出信号传递给虚拟现实模块。

[0033] 本实施例中的口腔诊疗机器人系统的控制方法,口腔诊疗机器人系统的使用模式有三中,分别为主从操作模式、监控模式和离线仿真模式,主从操作模式的时候,在医生手动诊疗过程中,医生主要依据内窥镜反馈的口腔病灶部位实时图像,结合力传感器反馈给主操作手的触觉信息,在主操作手输入各种操作动作,医生主控制台的计算机控制系统通过实时采集主操作手运动所产生的编码器信号和力学信号来求解得到医生所输入的动作与力觉指令,所得到的主手动作命令经过处理之后会被转换成相应从操作手的运动命令,发送给从操作手端的计算机控制系统,同时主控制台端计算机系统也会接收从操作手端反馈回的从操作手的状态信息,并作相应处理,从操作手端计算机控制系统在接收到相应的从操作手运动命令之后,控制从操作手上相应的关节运动,从而实现既定动作,即复现医生在主操作手上所输入的操纵动作,当医生进行手动诊疗过程时,口腔内窥镜、位置与力传感器会对专家口腔诊疗的操作进行存储提取,在此之后,利用分类器系统,进行学习式多机器人路径规划,建立专家模型,形成间接型在线专家控制器,根据所测量到的口腔形态学和力学特性建立软组织解析模型,之后利用统计方法进行比对,识别与判断出异常组织,这样在自动诊疗过程中,末端执行器就会依据专家库中已有的诊疗方案,根据既定专家模型中的规划路线对患者的异常组织进行有关操作,从而实现自动化专家诊疗操作,在监控模式下,在监控式操作中,虚拟环境接收从操作手末端执行器的视觉、力和位移信息,主操作端根据传回的位移信息控制虚拟机器人随着真实诊疗机器人的运动而运动,监控人员运用虚拟现实系统提供的自由视点功能可以从各个角度观察诊疗过程的进行状况,以克服视觉系统

只能从单一视点提供二维图像的缺点,同时,虚拟环境将采集主操作端传回的力传感器的信息,以帮助医生获得末端执行器对患者口腔所施加的力觉信息,监控式操作可以有效监控机器人的动作,帮助医生进行实时干预,防止意外情况的发生,这种操作方法主要作为医生干预机器人操作的手段,增加医生对操作环境的感知度和临场感,便于高效、安全地完成口腔诊疗任务,在离线仿真模式下,在离线仿真式操作中,网络通信环节不进行任何操作以及数据交换,操作者单纯操作主操作端虚拟环境,同时虚拟环境会表现出真实世界中的种种物理特性,通过操作者与虚拟环境之间的交互,操作者可以获得真实的操作体验,操作者可根据不同的口腔诊疗任务,进行不同的诊疗与手术策略,在虚拟环境中预演以验证其可行性,这种控制方式主要用于对新接触诊查的医生的训练和对复杂口腔诊疗任务的手术前期规划与仿真。

[0034] 本实施例的口腔诊疗机器人系统还包括视觉反馈系统,视觉反馈系统为虚拟现实显示 头盔或者为虚拟现实显示眼镜。本实施例的口腔诊疗机器人系统还包括输入设备,输入设备包括键盘、鼠标、声音控制装置、辅助按钮或者脚踏板。本实施例的口腔诊疗机器人系统还包括反馈设备,反馈设备安装在主操作手上,反馈设备包括力觉反馈系统、触觉反馈系统、视觉反馈系统。反馈设备为操作者提供力觉反馈和触觉反馈,力觉、触觉反馈可增加操作者和仿真系统之间的交互信息,增强虚拟手术系统的沉浸感,力觉反馈系统、触觉反馈系统、视觉反馈系统的紧密结合,可以使操作者感受到施力于模型时模型所产生的反馈力;当操作者用输入设备接触模型时,触觉反馈系统则使操作者获得基于模型所模拟组织的信息(如摩擦、温度、表面纹理、材料、光滑度、粘度等等)。本实施例中,医生主控制台的计算机系统设置有虚拟现实模块,虚拟现实模块包括图形绘制模块、变形计算模块和碰撞检测模块,图形绘制模块实时获得研究对象模型中各节点的几何位置和连结关系,进行真实感的图形绘制,为操作者提供视觉反馈,碰撞检测模块检测虚拟手术器械和模型之间的碰撞,变形计算模块在检测到虚拟手术中有关模型间的碰撞后,根据碰撞信息,计算模型在虚拟手术器械作用下的形变,更新模型数据;在符合切割条件下,进行模型分割,虚拟现实模块运行在建立的模型之上,建立的模型过程为:几何建模几何建模是虚拟手术软件实现的第一步,通常是从虚拟人数据库获得几何建模的资料,进而对资料数据进行三维重建;而这里采用患者CT图像作为三维重建的数据来源,这样的几何建模更具有针对性;物理与计算建模物理与计算建模是指在几何建模的基础上,结合相关生物组织特性(即组织材料的本构方程),在动力学平衡等式的基础上,利用相关算法计算在外力作用下,生物组织的应力和应变;碰撞检测建模在计算机动画、虚拟现实和仿真机器人等领域中,碰撞检测是一个基本而关键的研究课题,精确的碰撞检测对提高虚拟环境的真实感和沉浸感有着至关重要的作用,而虚拟环境自身的复杂性和实时性对碰撞检测提出了更高的要求,在手术仿真系统中,作用于模型的力一般是操作者的手术器械与软组织接触的力,软组织的变形应该是由操作者的动作引起的,碰撞检测的加入才能更加增强操作者的交互感和沉浸感,该模块的功能是实时监测用户所操作的虚拟手术器械是否与虚拟的病人组织器官发生了碰撞,以便决定是否需要进行基于物理/生理模型的计算和变形及切割,碰撞检测发生在刚体和软体之间或软体和软体之间,与通常情况下刚体与刚体之间的碰撞检测相比,复杂度更大,由于必须在一定时间间隔内完成软组织与刚体或软组织与软组织自身的碰撞检测,须进行组成几何模型的基本元素的遍历,该技术是实时计算的关键之一,碰撞检测的结果(发生碰撞的基

本体素以及碰撞发生的作用点、线或面)是对几何模型实施变形计算或进行切割等操作的控制参数,数据通讯软件和输入与输出设备作为连接操作者和虚拟操作环境桥梁的数据通讯软件与输入、输出设备,主要有两个作用:其一是给操作者提供环境信息(视觉、力觉、位置),借助于主手和图形设备,属于虚物实化的范围;其二是借助于跟踪设备,感觉真实操作者的动作和响应(位置跟踪和映射),属于实物虚化的范围,这里的视觉与力觉显示占主要地位,需要专门的计算机根据采集到的数据进行模型重构,而进行转化的工具就是虚拟现实软件;网络通讯软件网络通讯模块负责整个系统各个部分之间的信息交换,从而将系统连接成为一个有机的整体,通讯系统将虚拟环境生成端对从操作手端的控制信息,和从操作手端反馈回来的状态信息,通过网络进行传递,对于网络通讯模块的设计,要求能够实时、准确地传输数据。

[0035] 本实施例中,手术控制台的计算机系统设置有口腔诊疗机器人系统的控制系统,口腔诊疗机器人系统的控制系统使用OpenHRP,OpenHRP的全称是Open Architecture Humanoid Robotics Platform,即开源仿人机器人研究平台,OpenHRP3机器人仿真环境中搭建一个口腔诊疗机器人系统,并使用该口腔诊疗机器人系统来完成一些遥操作的模拟实验,根据前面所介绍的从操作手的相关几何尺寸,使用三维机械设计软件Solidworks分别建立手术从操作臂以及内窥镜(力传感器)夹持臂的简化三维模型并导入到OpenHRP3仿真环境中,一些复杂的零件结构细节将被忽略,以避免模型过于复杂而影响模型加载及仿真求解速度,此外,我们只对口腔诊疗机器人系统从操作手的主要动力关节进行简化建模,其他的无动力辅助定位关节由于其在口腔诊疗遥操作过程中并不发生运动因而在此不作考虑,简化建模完成后将各从操作手分别组装完毕并保存为VRML格式,导入OpenHRP3仿真环境,在OpenHRP3虚拟环境中配置好虚拟口腔诊疗机器人从操作手之后,就可以通过Omega7操作主手对其进行遥操作控制,如前所述,在OpenHRP3仿真软件中,所导入的机器人仿真模型将被封装成基于CORBA接口的标准RTC组件,因此用户可以使用任意编程语言来设计机器人控制器,而控制器只需遵循CORBA标准接口,就可以轻松实现对OpenHRP3仿真软件中虚拟机器人的控制,在本项目中,我们将使用VC2010编程以实现基于手眼协调准则的主从空间运动映射策略。

[0036] 本实施例中,应用口腔内窥镜、位置与力传感器等对专家口腔诊疗经验进行知识提取。利用遗传算法设计出分类器系统,用于学习式多机器人路径规划。利用非线性支持向量机算法建立专家模型,形成间接型在线专家控制器。根据所测量到的口腔形态学和力学特性建立软组织解析模型,利用基于统计方法混合模型的异常检测技术进行异常组织识别与判断,并依据所建立的专家模型形成初步的诊疗方案。利用虚拟现实技术重构口腔形态学与力学模型,返回操作端成像与显示设备,形成立体影像、显示有关参数,供口腔医生参考。结合口腔内软组织作为主要被控对象多具有时变性、非线性、各向异性等特点,在线专家控制器以专家模型的输出作为机器人末端执行器的操纵控制参量,应用模型非线性反馈线性化方法,分自动和手动两种模式实现对口腔诊疗操作过程的远程在线跟踪控制——在自动操作中,末端执行器依据专家库中已有的诊疗方案,根据既定规划路线对患者的异常组织进行有关操作;在手动操作中,口腔医生依据反馈的力觉与视觉信息,对主手进行操作,末端执行器(从手)依据力伺服算法复制执行主手的操作,或根据预设,从手对所获得的主手位移(力)信息进行缩放,避免力或位移溢出预设阈值。当医生操作与计算机专家库中

的数据出现矛盾时,系统会处于锁定状态,待医生详细判断后,手动解除锁定,避免误诊或操作失误,从而实现遥操作。综合运用生物力学、虚拟手术、计算机视觉、精密驱动与现代控制理论、数据挖掘、机械设计和电子学等多学科理论进行理论分析和仿真模拟,综合运用基于虚拟现实技术的辅助手术机器人的有关原理。结合专业口腔医护工作者培训与诊疗过程、手术机器人的临床操作等应用领域对提出的理论模型和仿真模拟进行验证,根据实验结果进一步修正理论模型,从而确保理论分析的正确性。根据理论与实践研究结果指导所设计口腔诊疗设备的控制系统与机械结构进行参数优化,以达到设备的高效率、高精度、高鲁棒性和患者与医疗机构的高满意度等目的。将该新型设备在口腔医学等领域进行推广,实现理论研究与应用实践相结合。

[0037] 基于虚拟现实技术的口腔诊疗机器人系统的主要任务是控制进入患者口腔内的末端执行器能够忠实而完整地“复现”口腔专家在主操作手上输入的或者计算机专家模型库中预设定的所有动作,从而能够在患者口腔狭小的操纵空间内完成各种精密复杂的诊疗与手术操作。从操作手末端所安装的手术器械如同医生双手在空间上的延伸和缩小,与此同时,由于所面对的口腔组织多具有时变性、非线性、各向异性等特点,且同时具备准刚体(如牙冠等)与软组织(如牙龈等)两种操作对象。与当前其他一些常见的主从式微创手术机器人类似,口腔诊疗机器人系统主要包括医生主控制台(主操作台)和患者端口腔综合治疗椅(从操作手端)两大部分。其中医生主控制台主要包括计算机控制系统,显示与成像设备,主操作手以及其他一些辅助操作设备(如键盘、鼠标、脚踏板、移动模型、旋转模型等),而患者端口腔综合治疗椅则由一组圆形滑轨基座以及安装在其上的内窥镜(力传感器)夹持臂和若干手术从操作臂(夹持末端执行器)组成。在医生手动诊疗过程中,医生主要依据内窥镜反馈的口腔病灶部位实时图像,结合力传感器反馈给主操作端的触(力)觉信息,在主操作手输入各种操作动作。医生主控制台端的计算机控制系统通过实时采集主操作手运动所产生的编码器信号和力学信号来求解得到医生所输入的动作与力觉指令。所得到的主手动命令经过处理之后会被转换成相应从操作手的运动(位移)命令,发送给从操作手端的计算机控制系统,同时主控制台端计算机系统也会接收从操作手端反馈回的从操作手的状态信息(视觉,力,位移),并作相应处理。从操作手端计算机控制系统在接收到相应的从操作手运动命令之后,控制从操作手上相应的关节运动,从而实现既定动作,即复现医生在主操作手上所输入的操纵动作。当医生进行手动诊疗过程时,口腔内窥镜、位置与力传感器等会对专家口腔诊疗的操作经验(运动路径)进行知识提取。在此之后,利用分类器系统,进行学习式多机器人路径规划,建立专家模型,形成间接型在线专家控制器。根据所测量到的口腔形态学和力学特性建立软组织解析模型,之后利用统计方法进行比较,识别与判断出异常组织,这样在自动诊疗过程中,末端执行器就会依据专家库中已有的诊疗方案,根据既定专家模型中的规划路线对患者的异常组织进行有关操作,从而实现自动化专家诊疗操作。

[0038] 虚拟手术系统是虚拟现实技术与现代医学的结合。在虚拟环境中,用户应获得沉浸感(视觉、力觉和触觉等)、真实感和实时交互感,并且可以通过虚拟工具来改变虚拟场景中对象的状态,其主要由三部分组成:医生、视觉、力觉等接口设备和虚拟环境,医生通过控制力觉感知设备和观察屏幕显示与系统进行交互,医生的手部运动被实时地送入主控计算机,进行动力学仿真计算,计算结果用于产生相应力输出控制从操作手端和更新虚拟手术场景。针对具体的虚拟环境,如虚拟手术仿真系统,操作者的动作所引起模型的物理变化应

该尽可能地反映真实人体组织的行为。手术仿真系统的设计还需要在实时性和真实感之间做一折中。针对虚拟手术系统的特点,本节主要从硬件组成和软件模块划分两方面来说明虚拟手术系统的构成。

[0039] 口腔诊疗机器人系统医生主控制台的主要功能:(1)对主操作手的控制;(2)力与位移信息的处理、内窥镜反馈图像信息处理;(3)IO设备触发事件响应处理;(4)对操作路径进行规划学习与专家控制;(5)对异常组织进行检测。对于主操作手的控制任务主要包括主手各关节运动信号的采集、求解以及根据从手运动状态实现相应的力反馈功能。通过主操作手的API接口可以采集到当前主手各个关节的运动信息,对其进行滤波处理之后,再进一步通过主操作手的正运动学求解就可以得到其末端的运动信息,即医生所输入的动作命令。通过连续采集计算,就可以得到医生在主操作手上所输入的各种口腔诊疗动作,与此同时,根据收集分类的信息,进行路径规划学习与专家控制。而后将其转换成对从操作手末端手术器械的运动控制命令,即把主从操作手在各自参考系下的空间运动联系匹配起来。由于不同的主从运动转换映射规则会产生不同的主从遥操作效果,不同的从手末端 执行器操作对应不同的主从手空间运动映射关系。在得到了当前时刻对从操作手端的运动控制命令之后,医生主控制台端的控制系统将通过以太网接口将命令发送给从操作手端计算机控制系统,与此同时接收从从操作手端反馈回来的从手当前运动状态,并根据从手当前运动状态生成虚拟反馈力,辅助医生的操作,以提高诊疗过程的安全性。所生成的虚拟辅助力的参考坐标系为从操作手参考系,因此也需对其进行空间变换,将其转换成主操作手参考系下作用在主手末端上的作用力,反馈到医生双手握持的主手末端。内窥镜图像的处理任务是一种辅助功能,可通过图像处理的手段将病灶区域的某些信息更加清晰显著地展示在医生眼前,以方便医生的判断和操作。此外,基于图像处理还可实现一些视觉引导功能,如通过点触图像画面即可控制调整内窥镜所聚焦的诊疗部位。力传感器的处理任务是通过判断待查组织的硬度与力学特性,根据统计方法混合模型检测出异常组织,返回主操作端供医生参考。IO设备触发事件响应则主要处理一些辅助按钮、脚踏板等设备的中断触发事件,用于实现口腔诊疗机器人的一些调整功能。从操作手端的控制系统软件流程框图。从操作手端控制系统的主要任务是根据主控制台的动作命令,实现对各从操作手的实时运动控制,从而完成相应的口腔诊疗操作。首先,从操作手端控制系统需要根据控制命令进行从操作手逆运动学求解。在求得各个关节的角度控制量后,从操作手端控制系统将通过CAN总线控制从操作手的各个关节完成相应运动,并同时监测各个关节的运动状态,反馈回医生主操作台端控制系统。为了提高机器人辅助口腔诊疗系统的安全可靠性,在实际应用时通常还会增加另一套冗余控制系统来同时监控从操作手的运动状态,以防止从操作手端控制系统失效时从操作手发生误动作而对病人造成伤害。除了上述任务之外,从操作手端控制系统也需完成一些IO设备触发事件的响应处理。

[0040] 在某些微创手术中,由于手术操作空间比较狭窄,而内窥镜可反馈的图像信息有限(深度信息不足)并且又缺乏触觉反馈的情况下,医生在手术过程中可能会无意识地过度操作移动从从操作手而导致其末端的尖锐手术器械意外碰伤病灶周围其他的一些脆弱器官组织,对其造成手术的二次伤害(如在前列腺微创手术中就极易损伤病灶组织周围的细小 神经,从而导致患者在术后出现小便失禁,功能性勃起障碍等症状),严重情况下甚至可能危及病人生命。因此,采取相应措施来提高口腔诊疗机器人的安全性,也是医疗(微创

手术)机器人系统设计时应该考虑的一个重要因素。

[0041] 目前最常用的一种空间运动实时约束方法当属人工势场法,其参照物理学中势场和势场力的概念,在机器人的工作空间中构造出一个由目标位姿引力场和障碍物周围的斥力场所共同作用的人工虚拟势场,通过对处于势场中的机器人施加作用人工势场力的方法,从而实现对机器人空间运动的引导和限制。该方法结构简单,便于实现低层实时控制,并且所生成的人工势场力可以根据实际应用需要很方便地进行设计和修改,使用非常灵活。而其最大的不足之处在于应用于机器人自主移动规划过程中时容易产生死锁现象(陷入局部最优解),因而不适用于复杂环境下的自动规划导航。除了人工势场法之外,还有一些常见的各具特色的空间运动约束方法,如人工神经网络控制法,向量场直方图法,曲率速度法,基于行为优化的运动规划法等等,均可以实现对机器人运动的实时引导和约束。

[0042] 而本小节设计的主要目的是找到一种辅助医生远程遥控操作控制的方法,以约束从手末端诊疗器械的空间运动,防止其在口腔诊疗过程中与受保护组织器官发生碰撞,并可提供相应力觉反馈信息。因此,在本设计中,我们将采用相对简单且使用方便的人工势场法,在不同的实际应用之中,人工势场法所使用的势场函数的定义方法可以有多种。在本小节中,我们将主要使用到两种人工势场力来辅助医生进行口腔诊疗遥控操作控制:一种是防止末端手术器械靠近虚拟约束的排斥势场力 $F_{\text{Repulsive}}$;另一种是引导末端手术器械绕过虚拟约束继续朝原来的目标方向运动的引导势场力 F_{Guiding} 。

[0043] 在得到作用于从操作手末端的两种不同的虚拟辅助力 $F_{\text{Repulsive}}$ 以及 F_{Guiding} 之后,我们将把各个虚拟作用力的合力反馈到主操作手上,以实现(虚拟)力反馈的功能,从而辅助医生安全可靠地完成口腔诊疗操作过程。目前常用的遥控操作力反馈双边控制模型所示,操作者将控制速度以及力信息发送给从端,控制从端操作手运动;而从端将其速度以及跟周围环境的交互作用力发送回主端,反馈给操作者。但对于口腔诊疗机器人来说,由于其尚无 法实现直接对从操作手末端受力的实时控制,因而其所使用的遥控操作双边控制模型如。

[0044] 基于遗传算法的分类器系统,首先,检测器对环境输入进行位串编码,形成环境消息,存储于消息列表中。环境消息与分类器规则库中分类器的状态部分进行匹配,匹配成功的分类器组成匹配分类器集合。匹配的分类器根据自身强度值进行投标,中标的分类器称为激活的分类器。激活的分类器允许将其动作部分作为新消息向外发送,所发送的新消息为外部消息或内部消息。随后清空消息列表。若上述步骤中产生的新消息是内部消息,则将内部消息放入消息列表中。内部消息需再与分类器规则库中的分类器进行匹配,激活下一个分类器,产生新的消息,由此构成一个内部消息链,直至最后形成外部消息。运用桶队列表算法(BB算法)对激活的分类器进行回报的信用分配。如果激活的分类器产生的是外部消息,则该分类器直接得到环境回报;如果激活的分类器产生的是内部消息,它将在下一个周期中,其他分类器匹配该内部消息后才能得到回报。这两种激活的分类器分别用“t时刻激活的分类器”和“t-1时刻激活的分类器”加以区分。

[0045] 当执行子系统和桶队列表信用分配子系统运行一定的时间间隔 T_{gen} 后,启动遗传算法的规则发现子系统。对分类器规则库进行遗传操作,选择优良的分类器作为父辈个体,运用交叉和变异操作产生新的分类器子个体,加入到分类器规则库中。最后,进入下一个周期的循环,重复上述步骤。这样就完成了学习式多机器人路径规划模块的设计。

[0046] 利用支持向量机算法(SVDD)对非线性软组织进行异常识别与初步诊断。SVDD是

Vapnik等人根据统计学理论提出的一种新的通用学习方法,它建立在结构风险最小化原理基础上,对非线性、高维数的小样本问题有非常好的分类效果和学习推广能力。本项目在对异常软组织检查的数据集中包含形态学和力学两个样本类,且需要同时对每一个样本类进行描述。SVDD只能将多个样本类的目标数据集视为一个整体,并对其进行描述。这种描述方式忽略了目标数据集中不同样本类之间的区别,无法进行精确的异类点识别。针对这一问题,本项目将应用基于多核学习方法,研究基于多核学习的SVDD,提高对数据集包含多个样本类的描述能力,进而有效地对异常软组织进行检查和筛选。

[0047] 口腔诊疗机器人系统的使用模式有三中,分别为主从操作模式、监控模式和离线仿真模式,主从操作模式的时候,在医生手动诊疗过程中,医生主要依据内窥镜反馈的口腔病灶部位实时图像,结合力传感器反馈给主操作手的触(力)觉信息,在主操作手输入各种操作动作,医生主控制台的计算机控制系统通过实时采集主操作手运动所产生的编码器信号和力学信号来求解得到医生所输入的动作与力觉指令,所得到的主手动命令经过处理之后会被转换成相应从操作手的运动(位移)命令,发送给从操作手端的计算机控制系统,同时主控制台端计算机系统也会接收从操作手端反馈回的从操作手的状态信息(视觉,力,位移),并作相应处理,从操作手端计算机控制系统在接收到相应的从操作手运动命令之后,控制从操作手上相应的关节运动,从而实现既定动作,即复现医生在主操作手上所输入的操纵动作,当医生进行手动诊疗过程时,口腔内窥镜、位置与力传感器等会对专家口腔诊疗的操作经验(运动路径)进行知识提取,在此之后,利用分类器系统,进行学习式多机器人路径规划,建立专家模型,形成间接型在线专家控制器,根据所测量到的口腔形态学和力学特性建立软组织解析模型,之后利用统计方法进行比对,识别与判断出异常组织,这样在自动诊疗过程中,末端执行器就会依据专家库中已有的诊疗方案,根据既定专家模型中的规划路线对患者的异常组织进行有关操作,从而实现自动化专家诊疗操作。在监控模式下,在监控式操作中,虚拟环境接收从操作手末端执行器的视觉、力和位移信息,主操作端根据传回的位移信息控制虚拟机器人随着真实诊疗机器人的运动而运动,监控人员运用虚拟现实系统提供的自由视点功能可以从各个角度观察诊疗过程的进行状况,以克服视觉系统只能从单一视点提供二维图像的缺点,同时,虚拟环境将采集主操作端传回的力传感器的信息,以帮助医生获得末端执行器对患者口腔所施加的力觉信息,监控式操作可以有效监控机器人的动作,帮助医生进行实时干预,防止意外情况的发生,这种操作方法主要作为医生干预机器人操作的手段,增加医生对操作环境的感知度和临场感,便于高效、安全地完成口腔诊疗任务。在离线仿真模式下,在离线仿真式操作中,网络通信环节不进行任何操作以及数据交换,操作者单纯操作主操作端虚拟环境,同时虚拟环境会表现出真实世界中的种种物理特性,通过操作者与虚拟环境之间的交互,操作者可以获得真实的操作体验,操作者可根据不同的口腔诊疗任务,进行不同的诊疗与手术策略,在虚拟环境中预演以验证其可行性,这种控制方式主要用于对新接触诊疗的医生的训练和对复杂口腔诊疗任务的手术前期规划与仿真,口腔诊疗机器人系统主要包括计算机控制系统、虚拟手术系统、主操作手、从操作手以及通讯系统等五大核心模块。

[0048] 本实施例从操作手包括多自由度球坐标式滑轨机构,参见图1-图6,多自由度球坐标式滑轨机构,包括基座1、末端执行器2、第一圆弧形导向轨道3、第二圆弧形导向轨道4、第一安装座5以及第二安装座6,所述第一圆弧形导向轨道3、第二圆弧形导向轨道4呈圆弧形,

第一圆弧形导向轨道3安装在基座1上,所述末端执行器2安装在第二安装座6上,第二安装座6滑动安装在第二圆弧形导向轨道4的内凹一侧,第一安装座5固定在第二圆弧形导向轨道4上,第一安装座5滑动安装在第一圆弧形导向轨道3的内凹一侧,所述第一圆弧形导向轨道3和第二圆弧形导向轨道4呈交叉设置。即当假设第一安装座5在第一圆弧形导向轨道3上的运动轨迹为第一运动轨迹,假设第二安装座6在第二圆弧形导向轨道4上的运动轨迹为第二运动轨迹,则第一运动轨迹的旋转轴线和第二运动轨迹的旋转轴线呈交叉设置。第一圆弧形导向轨道3的两端分别铰接在基座1上,基座1上安装有驱动气缸7,驱动气缸7的缸体铰接在基座1上,驱动气缸7的伸缩杆铰接在第一圆弧形导向轨道3上,从而通过驱动气缸7带动第一圆弧形导向轨道3相对基座1转动。

[0049] 第一圆弧形导向轨道3设置有呈圆弧形的第一滑动槽31,第一滑动槽31内固定有呈圆弧形的第一弧形齿条81,第一安装座5上转动安装有第一滚轮82,第一滚轮82卡设在第一滑动槽31内,所述第一安装座5上固定有第一驱动电机83,第一驱动电机83上安装有第一驱动齿轮84,第一驱动齿轮84和第一弧形齿条81啮合,从而通过第一驱动电机83驱动第一驱动齿轮84转动,从而驱动第一安装座5在第一圆弧形导向轨道3上做圆弧形的运动,第二圆弧形导向轨道4设置有呈圆弧形的第二滑动槽41,第二滑动槽41内固定有呈圆弧形的第二弧形齿条91,第二安装座6上转动安装有第二滚轮92,第二滚轮92卡设在第二滑动槽41内,所述第二安装座6上固定有第二驱动电机93,第二驱动电机93上安装有第二驱动齿轮94,第二驱动齿轮94和第二弧形齿条91啮合,从而通过第二驱动电机93驱动第二驱动齿轮94转动,从而驱动第二安装座6在第二圆弧形导向轨道4上做圆弧形的运动。

[0050] 所述第一圆弧形导向轨道3和第二圆弧形导向轨道4呈垂直设置。即当假设第一安装座5在第一圆弧形导向轨道3上的运动轨迹为第一运动轨迹,假设第二安装座6在第二圆弧形导向轨道4上的运动轨迹为第二运动轨迹,则第一运动轨迹的旋转轴线和第二运动轨迹的旋转轴线呈垂直。采用这种结构,可以获得更大的运动范围。第一圆弧形导向轨道3的圆心、第二圆弧形导向轨道4的圆心相互重合。即当假设第一安装座5在第一圆弧形导向轨道3上的运动轨迹为第一运动轨迹,假设第二安装座6在第二圆弧形导向轨道4上的运动轨迹为第二运动轨迹,则第一运动轨迹的旋转轴线和第二运动轨迹的旋转轴线相交。

[0051] 为了进一步说明本实施例的原理,特作出说明如下:

[0052] 如图6所示,当第一安装座5在第一圆弧形导向轨道3上运动弧长为L时,末端执行器2将产生 $I=L \cdot h/H$ 的运动弧长(其中,h为末端执行器2的末端至第一圆弧形导向轨道3的圆心的距离,H为第一圆弧形导向轨道3的半径。),相当于对误差进行了大比例的缩放,因此,机械结构系统固有的绝对误差以及可活动空间范围被大幅度缩小,控制精度随之提高,第二安装座6在第二圆弧形导向轨道4上的运动对末端执行器2的运动轨迹的影响同理如上。因而可以使得本实施例符合口腔诊疗系统的高精度要求。

[0053] 参见图7-图8,末端执行器,包括存储座21以及机械手,手术存储座21上开设有若干个用于存储手术器械的储存腔211,储存腔211内固定有用于带动手术器械在储存腔211内进行移动的第一驱动气缸221,第一驱动气缸221的伸缩杆端部固定有用于吸附手术器械的第一电磁铁222,所述机械手包括转轴231、转盘232以及固定柱233,所述转轴231转动安装在存储座21上,存储座1上固定有用于驱动转轴231相对存储座1转动的驱动电机,所述转盘232固定在转轴231的下端,所述固定柱233固定在转盘232上,所述固定柱233上开设有

用于供手术器械穿过的固定孔2331,所述固定孔2331内固定有用于吸附手术器械的第二电磁铁223,第二电磁铁223上开设有用于供手术器械穿过的穿孔2231。手术器械存储在储存腔211内,通过通电的第一电磁铁222产生的吸力吸附手术器械,并通过第一驱动气缸221的驱动下,带动手术器械伸出储存腔211,并进入穿孔2231,通过通电的第二电磁铁223产生的吸力吸附手术器械,并断开第一电磁铁222的电力,退回第一驱动气缸221的伸缩杆,从而使得手术器械被吸附在第二电磁铁223上,当需要取下手术器械时,控制断开第二电磁铁223的电力即可,完成手术器械的使用后,根据上述过程逆向操作,即可将手术器械返回至储存腔211内。

[0054] 所述存储座21上的储存腔211呈环形分布。所述第二电磁铁223的横截面呈C形,从而使得第二电磁铁223形成一缺口,由于部分手术器械的端部呈弯折样式,因而通过上述缺口,可以方便手术器械穿过第二电磁铁223。

[0055] 末端执行器还可以采用如下结构,参见图9-图12,端执行器,包括存储座21以及机械手,手术存储座21上开设有若干个用于存储手术器械25的储存腔211,储存腔11内固定有用于带动手术器械在储存腔11内进行移动的第一驱动气缸21,第一驱动气缸21的伸缩杆端部固定有用于吸附手术器械的第一电磁铁22,所述机械手包括转轴231、转盘232以及固定柱233,所述转轴231转动安装在存储座21上,存储座21上固定有用于驱动转轴231相对存储座21转动的驱动电机,所述转盘232固定在转轴231的下端,所述固定柱233固定在转盘232上,所述固定柱233上开设有用于手术器械25穿过的固定孔2331,所述固定孔2331内固定有用于吸附手术器械的第二电磁铁223,第二电磁铁223上开设有用于供手术器械穿过的穿孔2231。转轴231上固定有第二驱动气缸24,第二驱动气缸24的缸体和第二驱动气缸24的伸缩杆分别固定在转轴231和转盘232上。手术器械存储在储存腔211内,通过通电的第一电磁铁222产生的吸力吸附手术器械,并通过第一驱动气缸221的驱动下,带动手术器械伸出储存腔211,并进入穿孔2231,通过通电的第二电磁铁223产生的吸力吸附手术器械,并断开第一电磁铁222的电力,退回第一驱动气缸221的伸缩杆,从而使得手术器械被吸附在第二电磁铁223上,通过第二驱动气缸24驱动转盘232下降到设定位置,当需要取下手术器械时,控制断开第二电磁铁223的电力即可,完成手术器械的使用后,根据上述过程逆向操作,即可将手术器械返回至储存腔211内。

[0056] 所述存储座21上的储存腔211呈环形分布。所述第二电磁铁223的横截面呈C形,从而使得第二电磁铁223形成一缺口,由于部分手术器械的端部呈弯折样式,因而通过上述缺口,可以方便手术器械穿过第二电磁铁223。

[0057] 本说明书中所描述的以上内容仅仅是对本发明所作的举例说明,本发明所属技术领域的技术人员可以对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,只要不偏离本发明说明书的内容或者超越本权利要求书所定义的范围,均应属于本发明的保护范围。

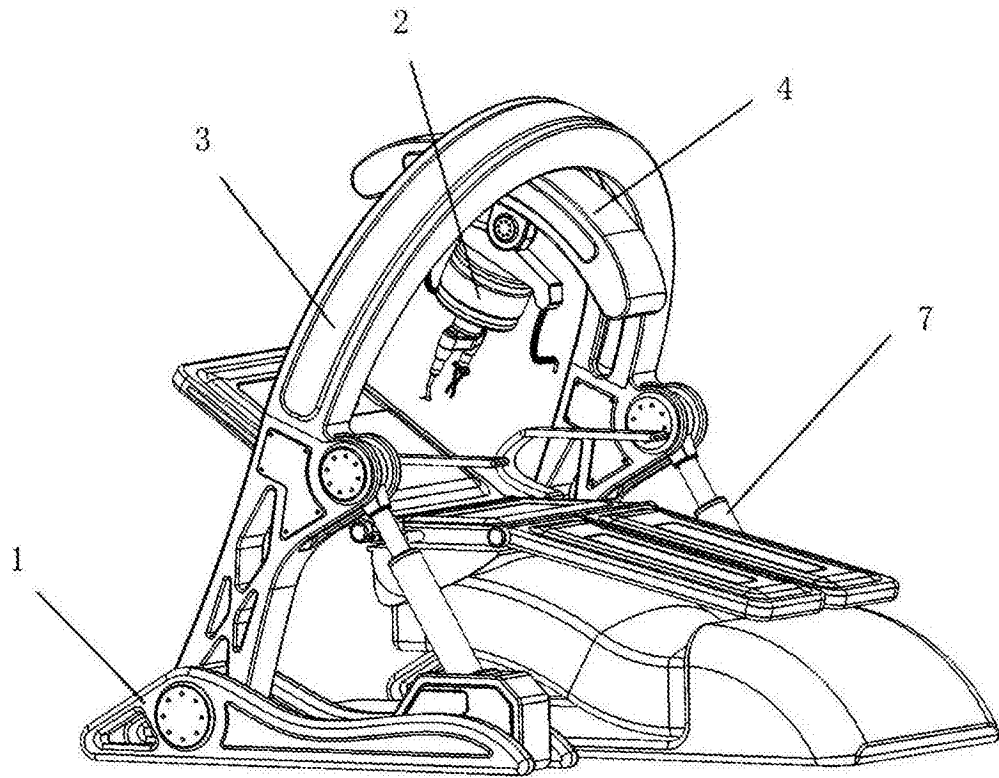


图1

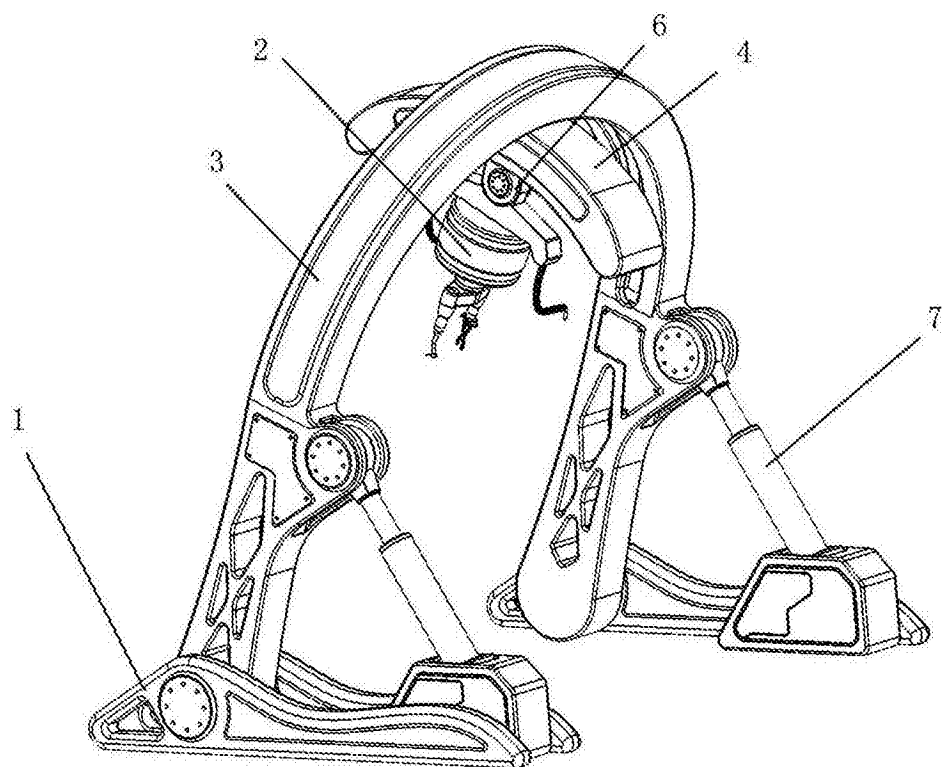


图2

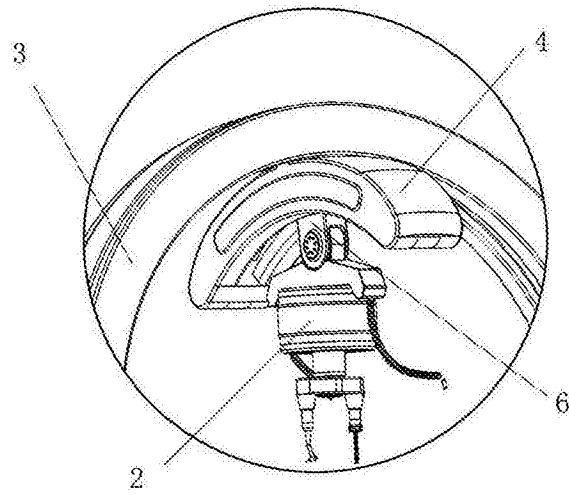


图3

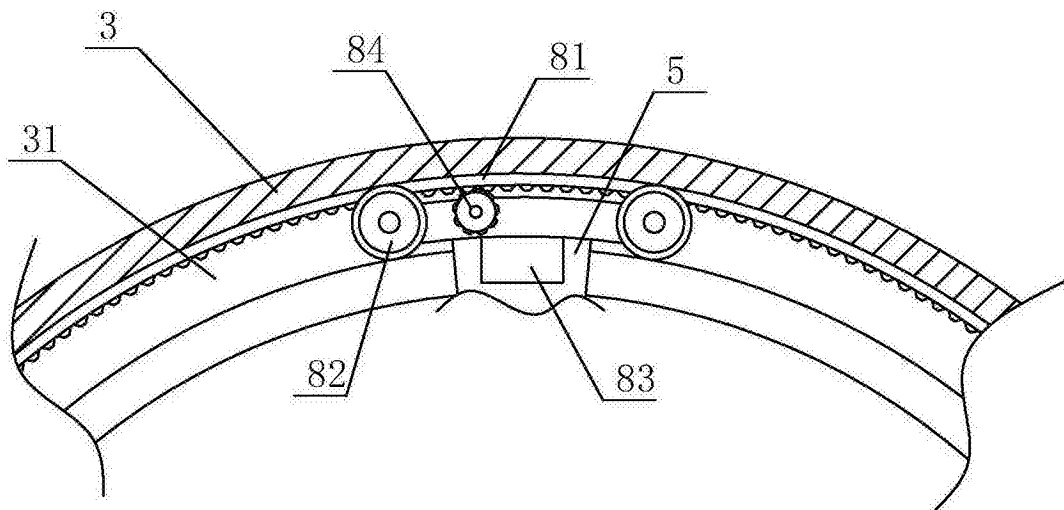


图4

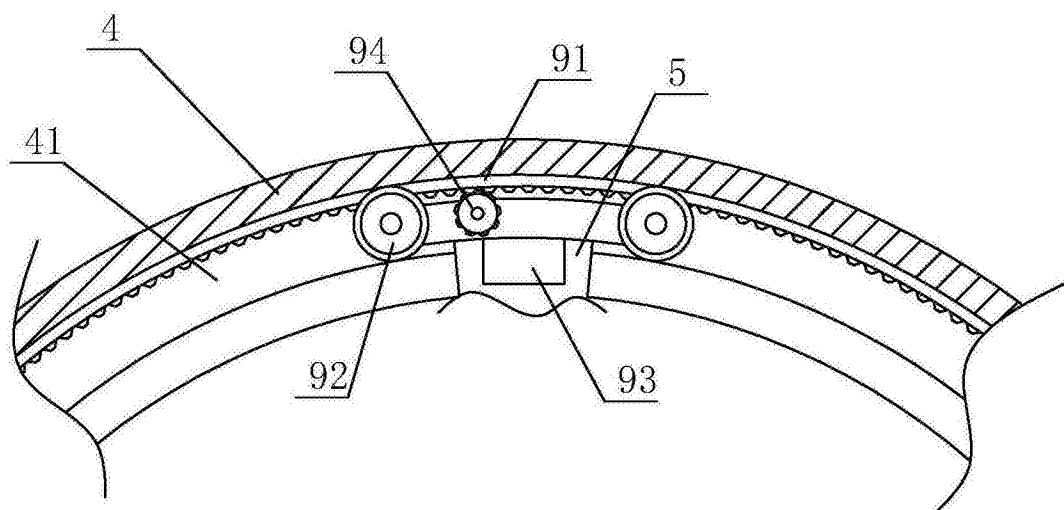


图5

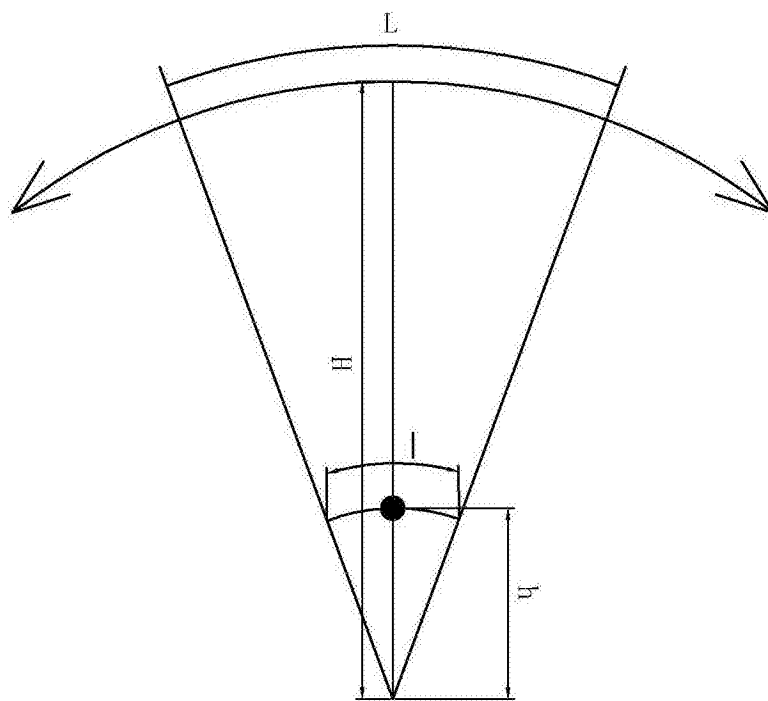


图6

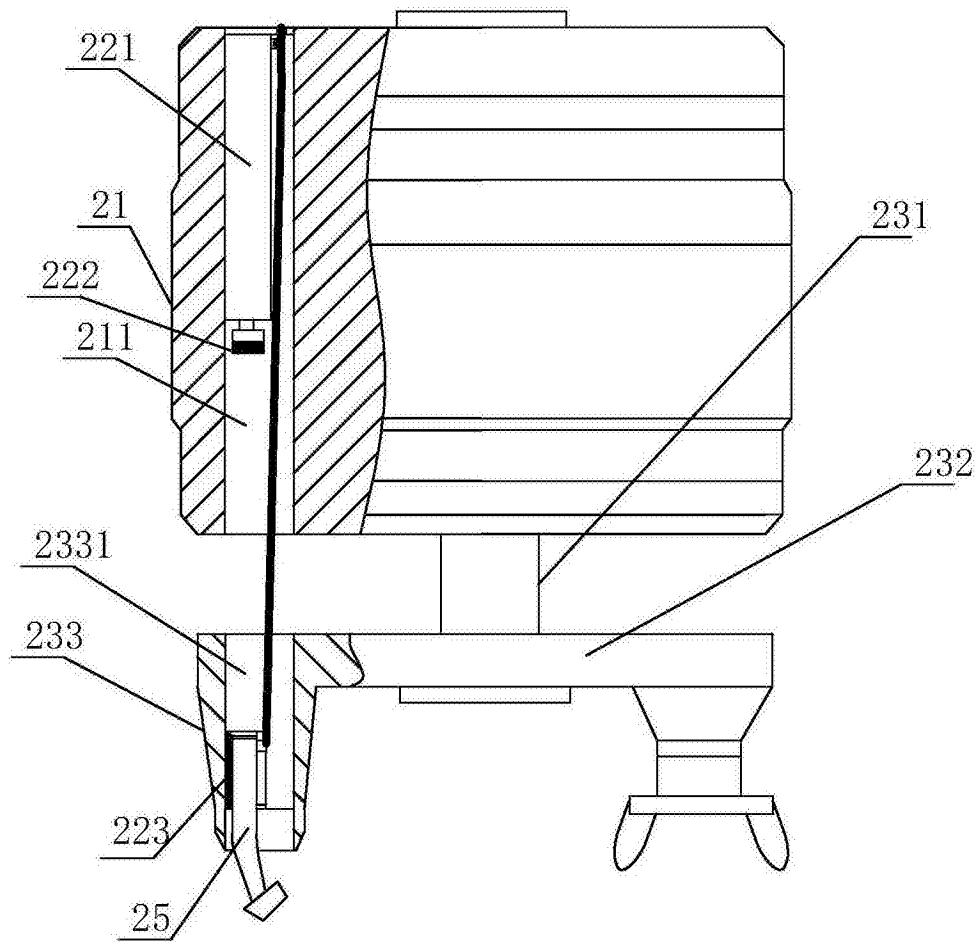


图7

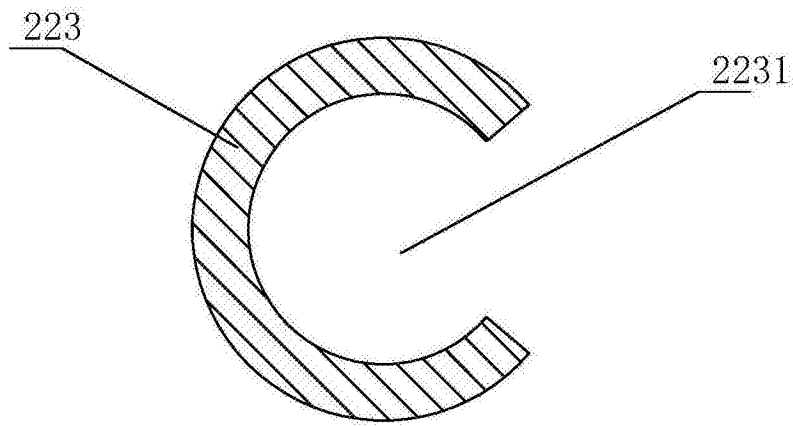


图8

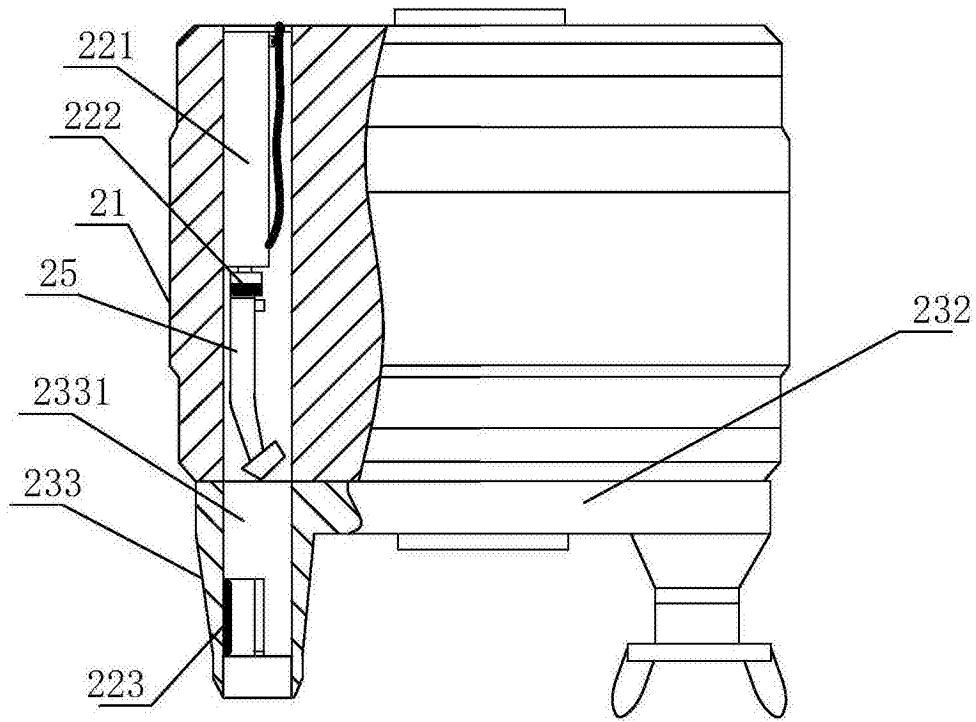


图9

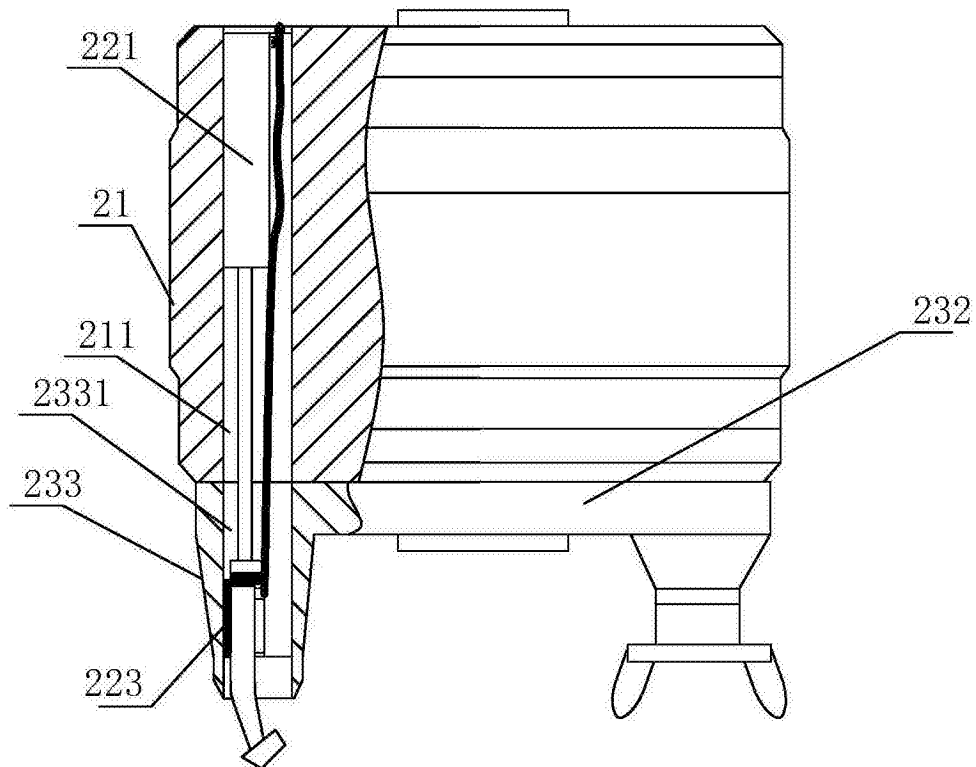


图10

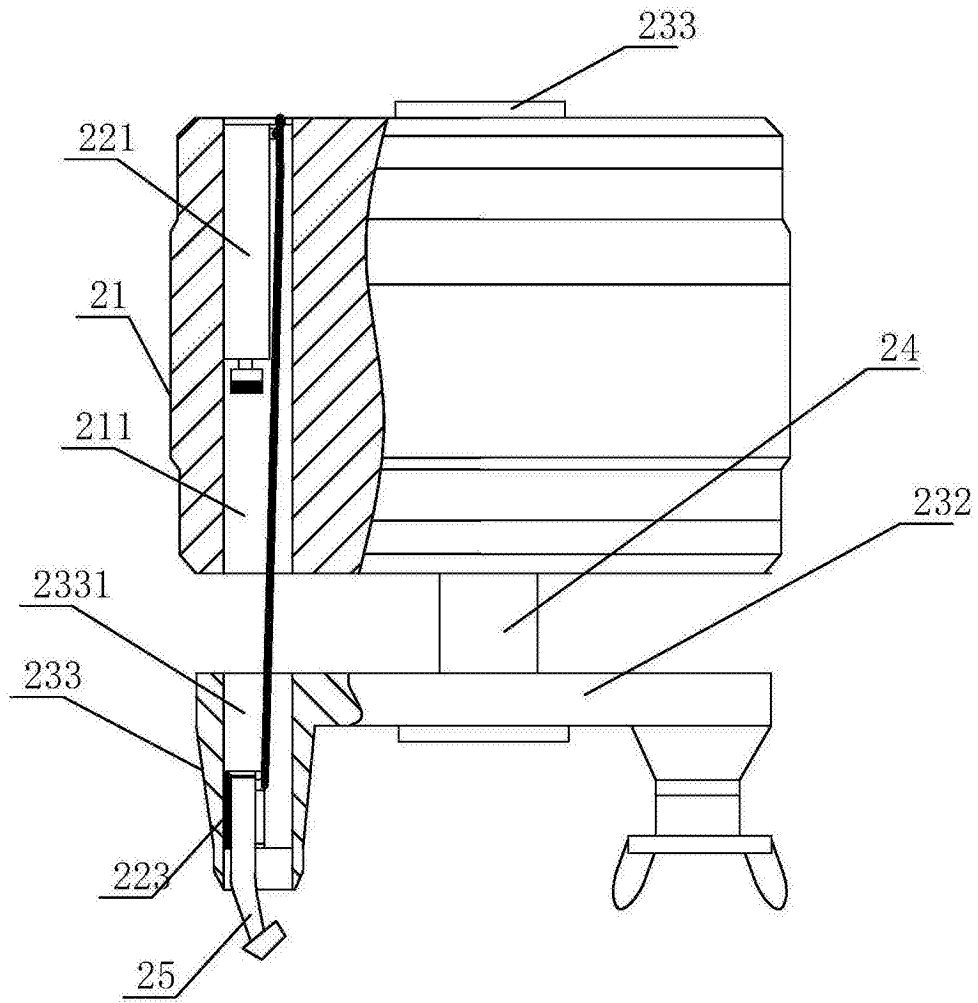


图11

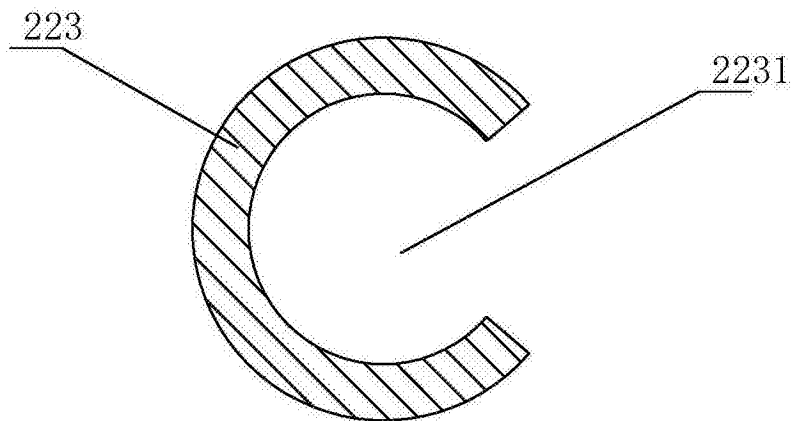


图12

专利名称(译)	口腔诊疗机器人系统及其控制方法		
公开(公告)号	CN105877846A	公开(公告)日	2016-08-24
申请号	CN201610194056.4	申请日	2016-03-30
[标]申请(专利权)人(译)	杨重骏		
申请(专利权)人(译)	杨重骏		
当前申请(专利权)人(译)	杨重骏		
[标]发明人	杨重骏		
发明人	杨重骏		
IPC分类号	A61B34/37		
其他公开文献	CN105877846B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种口腔诊疗机器人系统，它包括显示和成像设备、主操作手、医生主控制台、手术控制台、从操作手、内窥镜以及力传感器，医生主控制台设置有计算机系统，手术控制台设置有计算机系统，显示和成像设备与医生主控制台的计算机系统电连接，显示和成像设备与医生主控制台的计算机系统电连接，医生主控制台的计算机与手术控制台的计算机电连接，针对现阶段优秀医疗资源发展不平衡的问题，结合移动互联网与遥操作技术，克服手术或诊疗操作的地域限制，不仅可以实现远距离手术，还可以避免医生长期暴露在危险的操作环境中。

