



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110038270 A

(43)申请公布日 2019.07.23

(21)申请号 201910397316.1

(22)申请日 2019.05.14

(71)申请人 上海大学

地址 200000 上海市宝山区上大路99号

(72)发明人 郭帅 韦邦国 许振宇 宋韬

莱启波

(51)Int.Cl.

A63B 23/12(2006.01)

A63B 71/06(2006.01)

G16H 20/30(2018.01)

B25J 11/00(2006.01)

B25J 13/06(2006.01)

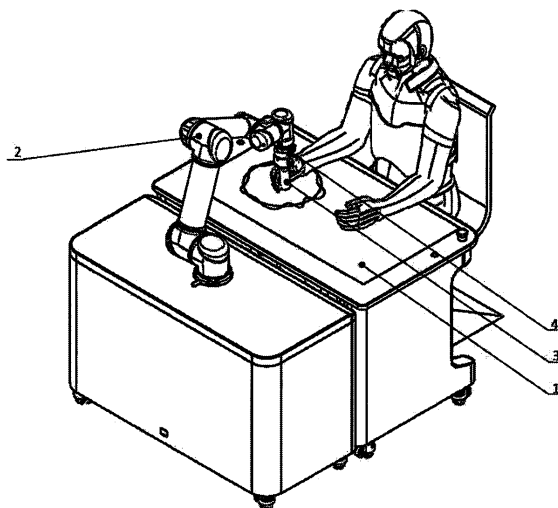
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

一种上肢单臂康复训练机器人人机交互系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种上肢单臂康复训练机器人人机交互系统及方法。所述系统包括人机交互模块、数据采集模块和数据处理模块；人机交互模块包括指导单元、显示单元、机械臂和末端执行器；指导单元将康复训练的指导动作实时传输至显示单元进行显示；机械臂根据指导动作跟随或改变用户的上肢运动状态；数据采集模块设置在机械臂上，获取用户上肢末端的位姿和运动状态信息，并发送至数据处理模块；数据处理模块根据所述信息生成动作投影，将动作投影传输至显示单元进行显示，完成康复训练。本发明的系统通过显示单元同时显示康复训练的指导动作和用户实际动作的投影，能够直观展示患者的康复动作。



1. 一种上肢单臂康复训练机器人人机交互系统,其特征在于,  
所述系统包括人机交互模块、数据采集模块和数据处理模块;  
所述人机交互模块包括指导单元、显示单元、机械臂和末端执行器;  
所述指导单元包括若干个游戏,供用户进行康复训练;所述指导单元与所述显示单元连接,所述指导单元将康复训练的指导动作实时传输至所述显示单元进行显示;  
所述显示单元水平设置,包括动作投影区和动作指导区;所述动作投影区实时显示用户执行所述指导动作的动作投影;所述动作指导区实时显示所述指导动作;  
所述机械臂设置在所述显示单元的上方与所述指导单元连接,用于根据所述指导动作跟随或改变用户的上肢运动状态;  
所述末端执行器安装在所述机械臂末端,用于将用户上肢末端与所述机械臂绑定;  
所述数据采集模块,设置在所述机械臂上,分别与所述人机交互模块、所述数据处理模块连接,用于实时获取所述用户上肢末端的位姿和运动状态信息,并将所述信息发送至所述数据处理模块;  
所述数据处理模块包括计算机,所述计算机与所述显示单元连接;所述计算机用于记录和存储所述信息,根据所述信息生成所述动作投影,将所述动作投影传输至所述显示单元进行显示;  
所述计算机还与所述指导单元连接,所述计算机根据用户的指令选择所述指导单元内的所述游戏进行康复训练。
2. 根据权利要求1所述的一种上肢单臂康复训练机器人人机交互系统,其特征在于,  
若干个所述游戏均包括多个关卡,所述关卡按照训练动作的难易程度进行设置;每个所述关卡均包括多条训练路径。
3. 根据权利要求2所述的一种上肢单臂康复训练机器人人机交互系统,其特征在于,  
所述训练路径,包括在平面内移动、上提、下拉或旋转所述末端执行器的至少一个动作。
4. 根据权利要求1所述的一种上肢单臂康复训练机器人人机交互系统,其特征在于,  
所述计算机内还设置有分析和评估单元,用于分析所述信息得到评价结果,并将所述评价结果传输至所述显示单元进行显示;  
所述显示单元还包括评价结果显示区,用于显示所述康复训练的所述评价结果。
5. 根据权利要求1所述的一种上肢单臂康复训练机器人人机交互系统,其特征在于,  
所述机械臂为多自由度机械臂,包括若干个关节。
6. 根据权利要求1所述的一种上肢单臂康复训练机器人人机交互系统,其特征在于,  
所述数据采集模块包括多个多维传感器,多个所述多维传感器分别安装在所述机械臂内部各所述关节处和所述机械臂末端,分别用于测量所述机械臂在空间上的任意位姿的三维运动数据;  
所述三维运动数据包括速度、加速度以及各方位分力信息。
7. 根据权利要求1所述的一种上肢单臂康复训练机器人人机交互系统,其特征在于,  
数据处理模块还包括机械臂控制柜,所述机械臂控制柜分别与所述计算机、所述指导单元和所述机械臂连接;  
所述机械臂控制柜用于根据所述计算机的指令控制所述机械臂各所述关节的角速度,

使所述机械臂跟随或改变所述用户的上肢运动状态。

8. 一种上肢单臂康复训练机器人人机交互方法,其特征在于,应用于如权利要求1-7任意一项所述的上肢单臂康复训练机器人人机交互系统,所述方法为:

获取用户的选择指令,确定用户选择的游戏关卡;

将所述游戏关卡对应的训练路径在显示单元上进行显示;

获取用户上肢末端的位姿和运动状态信息;

根据所述信息生成用户执行康复训练的动作投影,将所述动作投影传输至所述显示单元进行显示;

根据所述信息与所述训练路径的匹配程度对所述信息进行评价,得到评价结果,将所述评价结果传输至所述显示单元进行显示;

根据所述训练结果是否符合设定标准,判定是否进入下一条训练路径。

9. 根据权利要求8所述的一种上肢单臂康复训练机器人人机交互方法,其特征在于,所述根据所述训练结果是否符合设定标准,判定是否进入下一条训练路径的过程为:

若所述评价结果符合所述设定标准,则结束当前所述训练路径,并进入所述下一条训练路径;

若所述评价结果不符合所述设定标准,则增大机械臂末端刚度或在所述机械臂末端施加恒力,改变所述用户的上肢运动状态,纠正所述用户的上肢康复动作,直至所述评价结果符合所述预设标准后,进入所述下一条训练路径。

10. 根据权利要求8所述的一种上肢单臂康复训练机器人人机交互方法,其特征在于,

所述评价结果包括用户实际动作的准确度、稳定性和完成所述康复动作的时间;

所述准确度为训练路径与实际路径围成的面积之和;

所述稳定性为训练与所述实际路径长度之差的绝对值。

## 一种上肢单臂康复训练机器人人机交互系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及康复机器人技术领域,特别是涉及一种上肢单臂康复训练机器人人机交互系统及方法。

### 背景技术

[0002] 我国正迅速步入老龄化社会,人口老龄化大幅增加了康复需求。传统的上肢康复治疗方式以理疗师的徒手治疗为主,存在理疗师劳动强度大、难以保证训练的持续性及康复治疗稳定性和可控性以及难以获取和分析训练数据等问题。针对上述问题,国内有研究者从外骨骼角度提出了改进和创新,如无锡微感科技有限公司的发明专利“一种基于微型传感器的交互式上肢康复系统”,公开号为CN102567638A,该专利公开的上肢康复训练设备,通过穿戴式微型传感器和虚拟现实技术实现康复训练,但其设备穿戴过程复杂,且其采用虚拟现实技术显示康复界面,在佩戴时间过长后会造患者的失真感与不适感。

[0003] 随着多自由度机械臂的不断发展,基于多自由度机械臂的末端牵引式上肢康复系统也流行起来,但训练过程大多为枯燥无味地进行规定的康复动作,不能直观的展示患者的康复动作。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种能够直观展示患者康复动作的上肢单臂康复训练机器人人机交互系统及方法。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0006] 一种上肢单臂康复训练机器人人机交互系统,所述系统包括人机交互模块、数据采集模块和数据处理模块;

[0007] 所述人机交互模块包括指导单元、显示单元、机械臂和末端执行器;

[0008] 所述指导单元包括若干个游戏,供用户进行康复训练;所述指导单元与所述显示单元连接,所述指导单元将康复训练的指导动作实时传输至所述显示单元进行显示;

[0009] 所述显示单元水平设置,包括动作投影区和动作指导区;所述动作投影区实时显示用户执行所述指导动作的动作投影;所述动作指导区实时显示所述指导动作;

[0010] 所述机械臂设置在所述显示单元的上方与所述指导单元连接,用于根据所述指导动作跟随或改变用户的上肢运动状态;

[0011] 所述末端执行器安装在所述机械臂末端,用于将用户上肢末端与所述机械臂绑定;

[0012] 所述数据采集模块,设置在所述机械臂上,分别与所述人机交互模块、所述数据处理模块连接,用于实时获取所述用户上肢末端的位置和运动状态信息,并将所述信息发送至所述数据处理模块;

[0013] 所述数据处理模块包括计算机,所述计算机与所述显示单元连接;所述计算机用于记录和存储所述信息,根据所述信息生成所述动作投影,将所述动作投影传输至所述显

示单元进行显示；

[0014] 所述计算机还与所述指导单元连接,所述计算机根据用户的指令选择所述指导单元内的所述游戏进行康复训练。

[0015] 可选的,若干个所述游戏均包括多个关卡,所述关卡按照训练动作的难易程度进行设置;每个所述关卡均包括多条训练路径。

[0016] 可选的,所述训练路径,包括在平面内移动、上提、下拉或旋转所述末端执行器的至少一个动作。

[0017] 可选的,所述计算机内还设置有分析和评估单元,用于分析所述信息得到评价结果,并将所述评价结果传输至所述显示单元进行显示;

[0018] 所述显示单元还包括评价结果显示区,用于显示所述康复训练的所述评价结果。

[0019] 可选的,所述机械臂为多自由度机械臂,包括若干个关节。

[0020] 可选的,所述数据采集模块包括多个多维传感器,多个所述多维传感器分别安装在所述机械臂内部各所述关节处和所述机械臂末端,分别用于测量所述机械臂在空间上的任意位姿的三维运动数据;

[0021] 所述三维运动数据包括速度、加速度以及各方位分力信息。

[0022] 可选的,数据处理模块还包括机械臂控制柜,所述机械臂控制柜分别与所述计算机、所述指导单元和所述机械臂连接;

[0023] 所述机械臂控制柜用于根据所述计算机的指令控制所述机械臂各所述关节的角速度,使所述机械臂跟随或改变所述用户的上肢运动状态。

[0024] 还涉及一种上肢单臂康复训练机器人人机交互方法,所述方法为:

[0025] 获取用户的选择指令,确定用户选择的关卡;

[0026] 将所述关卡对应的训练路径在显示单元上进行显示;

[0027] 获取用户上肢末端的位姿和运动状态信息;

[0028] 根据所述信息生成用户执行康复训练的动作投影,将所述动作投影传输至所述显示单元进行显示;

[0029] 根据所述信息与所述训练路径的匹配程度对所述信息进行评价,得到评价结果,将所述评价结果传输至所述显示单元进行显示;

[0030] 根据所述训练结果是否符合设定标准,判定是否进入下一条训练路径。

[0031] 可选的,所述根据所述训练结果是否符合设定标准,判定是否进入下一条训练路径的过程为:

[0032] 若所述评价结果符合所述设定标准,则结束当前所述训练路径,并进入所述下一条训练路径;

[0033] 若所述评价结果不符合所述设定标准,则增大机械臂末端刚度或在所述机械臂末端施加恒力,改变所述用户的上肢运动状态,纠正所述用户的上肢康复动作,直至所述评价结果符合所述预设标准后,进入所述下一条训练路径。

[0034] 可选的,所述评价结果包括用户实际动作的准确度、稳定性和完成所述康复动作的时间;

[0035] 所述准确度为训练路径与实际路径围成的面积之和;

[0036] 所述稳定性为训练与所述实际路径长度之差的绝对值。

[0037] 根据本发明提供的具体实施例,本发明公开了以下技术效果:

[0038] 本发明的上肢单臂康复训练机器人人机交互系统,设置人机交互模块、数据采集模块和数据处理模块;所述人机交互模块包括指导单元、显示单元、机械臂和末端执行器;所述末端执行器安装在所述机械臂末端,用于将用户上肢末端与所述机械臂绑定,指导单元中包括若干个游戏,供用户进行康复训练,通过指导单元将指导动作实时传输至显示单元进行显示。由数据采集模块实时获取用户上肢末端的位置和运动状态信息,并将所述信息发送至所述数据处理模块;所述数据处理模块根据所述信息生成所述动作投影,将所述动作投影传输至所述显示单元进行显示,完成康复训练。

[0039] 人机交互模块通过游戏的方式与用户交互,提升用户做康复训练的体验,并通过显示单元同时显示康复训练的指导动作和用户实际动作的投影,能够直观展示患者的康复动作。

### 附图说明

[0040] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0041] 图1为本发明实施例提供的上肢单臂康复训练机器人人机交互系统结构图;

[0042] 图2为本发明实施例提供的数据处理模块结构图;

[0043] 图3为本发明实施例提供的上肢单臂康复训练机器人人机交互方法流程图;

[0044] 附图标号说明:1-显示单元,2-机械臂,3-末端执行器,4-数据采集模块,5-计算机,6-机械臂控制柜。

### 具体实施方式

[0045] 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做出创造性劳动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。

[0046] 本发明的目的是提供一种能够直观展示患者康复动作的上肢单臂康复训练机器人人机交互系统及方法。

[0047] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0048] 图1为本发明实施例提供的上肢单臂康复训练机器人人机交互系统结构图,如图1所示,一种上肢单臂康复训练机器人人机交互系统,所述系统包括人机交互模块、数据采集模块4和数据处理模块;

[0049] 所述人机交互模块包括指导单元、显示单元1、机械臂2和末端执行器3;

[0050] 所述指导单元包括若干个游戏,供用户进行康复训练;若干个所述游戏均包括多个关卡,所述关卡按照训练动作的难易程度进行设置;每个所述关卡均包括多条训练路径。所述训练路径,包括在平面内移动、上提、下拉或旋转所述末端执行器3的至少一个动作。

[0051] 所述指导单元与所述显示单元1连接,所述指导单元将康复训练的指导动作实时传输至所述显示单元1进行显示。

[0052] 所述显示单元1水平设置,包括动作投影区和动作指导区;所述动作投影区实时显示用户执行所述指导动作的动作投影;所述动作指导区实时显示所述指导动作;

[0053] 所述机械臂2设置在所述显示单元1的上方与所述指导单元连接,用于根据所述指导动作跟随或改变用户的上肢运动状态;所述机械臂2为多自由度机械臂,包括若干个关节。所述末端执行器3安装在所述机械臂2末端,用于将用户上肢末端与所述机械臂2绑定。

[0054] 所述数据采集模块4设置在所述机械臂2上,分别与所述人机交互模块、所述数据处理模块连接,用于实时获取所述用户上肢末端的位姿和运动状态信息,并将所述信息发送至所述数据处理模块。

[0055] 所述数据采集模块4包括多个多维传感器,多个所述多维传感器分别安装在所述机械臂2内部各所述关节处和所述机械臂2末端,分别用于测量所述机械臂2在空间上的任意位姿的三维运动数据;所述三维运动数据包括速度、加速度以及各方位分力信息。

[0056] 图2为本发明实施例提供的数据处理模块结构图,如图2所示,所述数据处理模块包括计算机5,所述计算机5与所述显示单元1连接;所述计算机5用于记录和存储所述信息,根据所述信息生成所述动作投影,将所述动作投影传输至所述显示单元1进行显示;所述计算机5还与所述指导单元连接,所述计算机5根据用户的指令选择所述指导单元内的所述游戏进行康复训练。

[0057] 数据处理模块还包括机械臂控制柜6,所述机械臂控制柜6分别与所述计算机5、所述指导单元和所述机械臂2连接;所述机械臂控制柜6用于根据所述计算机5的指令控制所述机械臂2各所述关节的角速度,使所述机械臂2跟随或改变所述用户的上肢运动状态。

[0058] 所述计算机5内还设置有分析和评估单元,用于分析所述信息得到评价结果,并将所述评价结果传输至所述显示单元1进行显示;所述显示单元1还包括评价结果显示区,用于显示所述康复训练的所述评价结果。本实施例中显示单元1为显示屏。

[0059] 分析和评估单元通过计算患者完成规定动作所需的时间,把规定路径作为基底,计算规定路径与实际路径围成的面积之和作为动作准确度的评价指标;计算规定路径与实际路径长度之差的绝对值作为动作稳定性的评价指标,对患者康复动作的完成情况做出评价,能够客观、精确的监测患者手臂的运动能力。

[0060] 所述计算机5还能够自动生成或人工设定并储存患者的康复方案,通过计算患者的康复动作数据,以采取跟随患者的动作,或增大机械臂2末端刚度,或在机械臂2末端施加恒力以纠正患者康复动作的措施,并将相关命令发送至所述机械臂控制柜6,以实现对患者康复动作的跟随或纠正。

[0061] 指导单元的游戏包括:七巧板游戏、拼图游戏、足球游戏。根据病情不同,训练目的的不同,选择不同的游戏进行训练。

[0062] 七巧板游戏的规则:显示屏中有一块拼在一起的七巧板,患者通过拖动末端执行器3沿着某块七巧板的边界移动,将拼图逐块切开;每切开一块拼图,患者需把末端执行器3移动到该拼图的上方,并上提末端执行器3,该七巧板被提起,跟随末端执行器3移动,当该七巧板拼图被移到指定位置时,患者需下拉末端执行器3,该拼图被放下。从开始切开第一块七巧板拼图,直至所有七巧板拼图都被切开,完成游戏。

- [0063] 七巧板游戏通过设置拼图的总块数来增加游戏困难程度。
- [0064] 拼图游戏的游戏规则:在拼接拼图时,首先移动到一块拼图的上方,并上提末端执行器3,该块拼图被提起,并跟随末端执行器3移动,当该拼图被移到指定位置时,下拉末端执行器3,该拼图被放下,患者从开始拼第一块拼图,直至所有拼图都被拼好,游戏结束。
- [0065] 拼图游戏通过设置拼图的总块数来增加游戏困难程度。
- [0066] 足球游戏的规则:在规定时间内,踢足球的脚显示在显示屏上,实时跟随末端执行器3移动,球门随机生成在显示屏上,患者需拖动末端执行器3向足球移动,击中足球时末端执行器3的速度和方向,决定了足球运动的方向和速度,当足球进入球门时,显示屏上在随机位置生成新的球门,直至时间到。
- [0067] 足球游戏通过设置游戏时间的长短来增加游戏困难程度。
- [0068] 本发明的提供的一种上肢康复机器人人机交互系统,帮助患者进行早、中、晚全周期的上肢康复训练,促进脑功能和神经重塑,最后提高患者上肢运动能力。
- [0069] 本实施例还涉及一种上肢单臂康复训练机器人人机交互方法,所述方法为:
- [0070] 获取用户的选择指令,确定用户选择的游戏关卡;
- [0071] 将所述游戏关卡对应的训练路径在显示单元1上进行显示;
- [0072] 获取用户上肢末端的位姿和运动状态信息;
- [0073] 根据所述信息生成用户执行康复训练的动作投影,将所述动作投影传输至所述显示单元1进行显示;
- [0074] 根据所述信息与所述训练路径的匹配程度对所述信息进行评价,得到评价结果,将所述评价结果传输至所述显示单元1进行显示;
- [0075] 根据所述训练结果是否符合设定标准,判定是否进入下一条训练路径。
- [0076] 所述根据所述训练结果是否符合设定标准,判定是否进入下一条训练路径的过程为:
- [0077] 若所述评价结果符合所述设定标准,则结束当前所述训练路径,并进入所述下一条训练路径;
- [0078] 若所述评价结果不符合所述设定标准,则增大机械臂2末端刚度或在所述机械臂2末端施加恒力,改变所述用户的上肢运动状态,纠正所述用户的上肢康复动作,直至所述评价结果符合所述预设标准后,进入所述下一条训练路径。
- [0079] 所述评价结果包括用户实际动作的准确度、稳定性和完成所述康复动作的时间;
- [0080] 所述准确度为训练路径与实际路径围成的面积之和;
- [0081] 所述稳定性为训练与所述实际路径长度之差的绝对值。
- [0082] 具体地,训练开始前,患者坐于椅子的合适位置,将末端执行器3固定在手部,即可进行康复训练。
- [0083] 图3为本发明实施例提供的上肢单臂康复训练机器人人机交互方法流程图,如图3所示,工作人员首先打开显示屏,运行数据处理模块,获得患者信息,包括患者参与康复训练的记录及评价单元的评价结果,然后根据病情不同,训练目的的不同,选择指导单元中的游戏,生成本次的康复方案,然后在显示屏上显示出游戏场景,并显示出需要执行的指导动作。
- [0084] 数据采集模块4实时获取机械臂2的运动状态和位姿信息,发送至数据处理模块进



行处理,得到当前患者手部位置的运动投影,将所述运动投影在显示屏上进行显示,实现人与游戏的互动。

[0085] 游戏背景内容以静态画面的形式展示给使用者,增加康复训练的观赏性与趣味性,从而为使用者提供视觉反馈与听觉反馈。

[0086] 在患者使用本发明的人机交互系统进行康复的过程中,用户先执行一个康复训练路径,如在平面内移动一段路径,上提、下拉或旋转末端执行器3等,当用户的上肢康复动作符合对应的预设动作标准时,显示屏显示预定的动作完成效果,并进行下一个康复训练路径,直至患者完成本次训练;当用户的上肢康复动作不符合对应的预设动作标准时,所述数据处理模块根据训练路径,由机械臂控制柜6控制所述机械臂2施加大小固定的力以纠正患者的康复动作,或增大所述机械臂2的刚度以纠正患者的康复动作,直至用户的上肢康复动作符合对应的预设动作标准。此时在显示屏显示预设的动作完成效果,并进行下一个康复训练路径,直至患者完成本次训练。

[0087] 在交互过程中,患者拖拽所述末端执行器3,使得各多维传感器的形状产生变化。数据采集模块4获取各多维传感器采集的运动位姿信息并发送至数据处理模块。数据处理模块将各多维传感器的长度变化值转化为模拟电压值,并将模拟电压值转化成数字电压值,经过机械臂控制柜6计算,算出机械臂2各个关节所需的速度和角速度,并控制机械臂2进行相应的运动。

[0088] 同时,数据处理模块内的分析和评估单元综合分析使用者实际动作的准确度、稳定性以及完成该动作的时间等信息,从而进行康复游戏得分计算。在计算游戏得分时,所述分析和评估单元把规定路径作为基底,计算规定路径与实际路径围成的面积之和作为动作准确度的评价指标;计算规定路径与实际路径长度之差的绝对值作为动作稳定性的评价指标,并在本次游戏康复训练结束后在评价单元中对患者康复动作的完成情况做出评价。

[0089] 本次训练结束后,将本次生成的康复方案与对患者动作的分析和评价结果储存在计算机5中,以供后续查看。

[0090] 本实施例的上肢单臂康复训练机器人人机交互系统及方法具有以下技术效果:

[0091] 设置末端执行器3使患者与设备的绑定更加简单。

[0092] 采用多维传感器测量空间任意位姿的三维运动数据,使得使用者的康复运动不仅仅局限于某一平面,从而扩展了康复运动空间范围。

[0093] 通过多自由度机械臂2和多维传感器的设置,能够更加方便的获取患者的手部位置和运动趋势。

[0094] 进行康复训练时,在用户移动位置下方的交互界面内显示与真实运动轨迹相同横纵坐标的轨迹,使患者能更加直观的观察自身的运动轨迹,使人机交互有更好的体验。

[0095] 能在人机交互过程中及时给出训练评价结果,增强了患者的参与感,提高了患者康复训练的积极性。

[0096] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的系统而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0097] 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说

明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

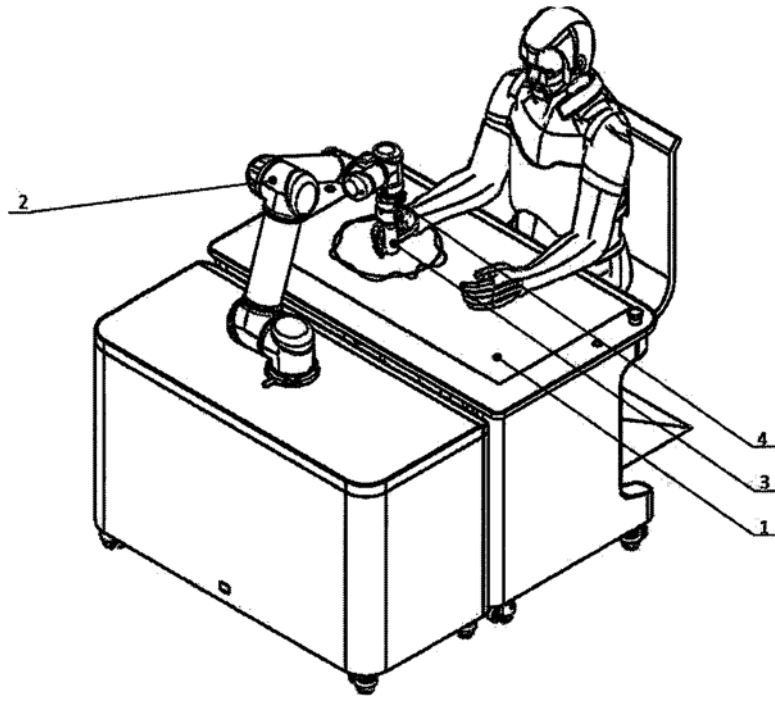


图1

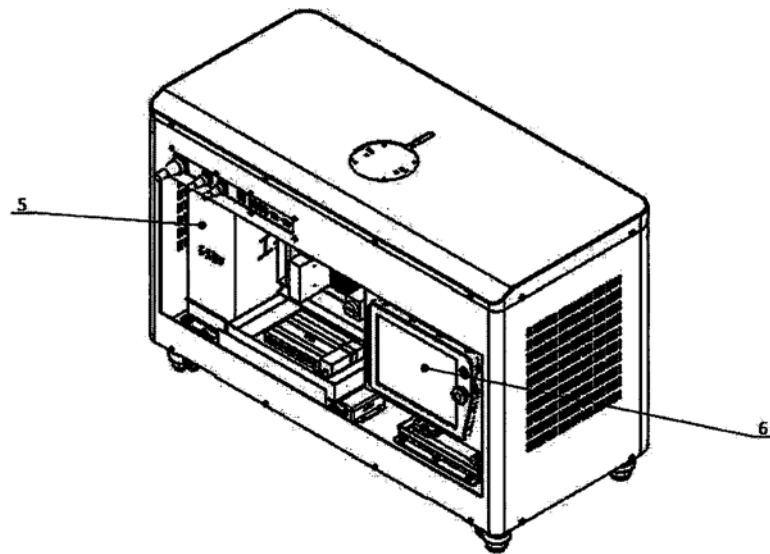


图2

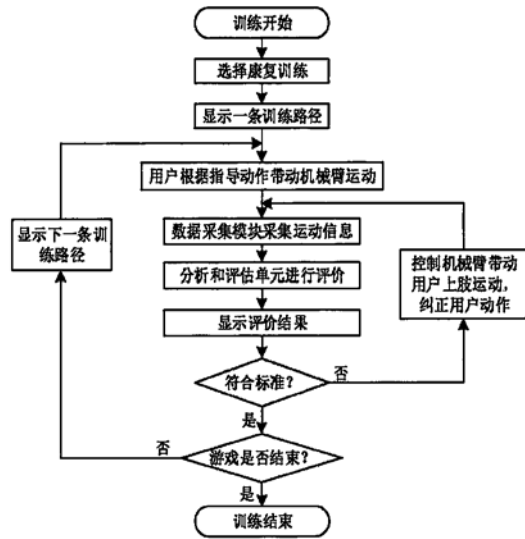


图3