

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 10 月 22 日 (22.10.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/211331 A1

(51) 国际专利分类号:

A61H 1/02 (2006.01) *A61B 5/11* (2006.01)

A61H 23/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/114917

(22) 国际申请日: 2019 年 10 月 31 日 (31.10.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:

201910314565.X 2019年4月18日 (18.04.2019) CN

(71) 申请人: 华南理工大学 (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。

(72) 发明人: 谢龙汉 (XIE, Longhan); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。蔡思祺 (CAI, Siqi); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。李国峰 (LI, Guofeng); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。黄双远 (HUANG, Shuangyuan); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。

(74) 代理人: 广州粤高专利商标代理有限公司 (YOGO PATENT & TRADEMARK AGENCY LIMITED COMPANY); 中国广东省广州市天河区体育西路中石化大厦 B 塔 4416, Guangdong 510620 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

(54) Title: REHABILITATION ROBOT TRAINING SYSTEM FOR MONITORING AND SUPPRESSING COMPENSATORY MOVEMENT OF HEMIPLEGIC UPPER LIMB

(54) 发明名称: 一种偏瘫上肢代偿运动监测与抑制的康复机器人训练系统

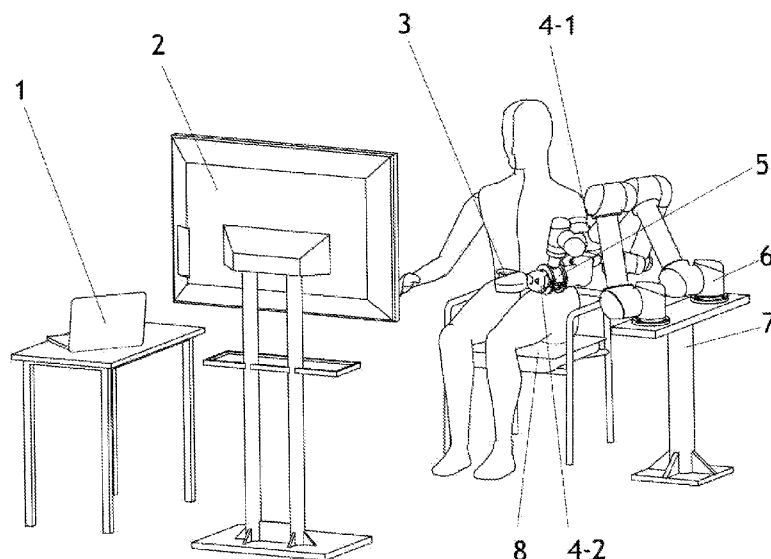


图 1

(57) Abstract: Disclosed is a rehabilitation robot training system for monitoring and suppressing the compensatory movement of a hemiplegic upper limb. The system comprises an upper computer control center (1), an interaction display screen (2), a force feedback glove (3), a position tracker (4), upper limb rehabilitation robot tail end connectors (5), an upper limb rehabilitation robot (6), a base (7) and a pressure cushion (8). One upper limb rehabilitation robot tail end connector (5) is mounted on a tail end of each of two robotic arms of the upper limb rehabilitation robot (6), and the upper limb rehabilitation robot tail end connectors are respectively worn on an upper arm and a forearm of a patient to drive an arm to move; the upper computer control center (1) stores and processes data, collected by the position tracker (4), the force feedback glove (3) and the pressure cushion (8) in real time, of the patient, and monitors



WO 2020/211331 A1

CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

- 发明人资格 (细则4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

and analyses whether the patient does a compensatory gesture; and the interaction display screen (2) displays a position posture and a compensatory movement monitoring result of an upper limb of the patient in time and directs the patient by voice to suppress the compensatory movement. The rehabilitation robot training system achieves the monitoring and suppressing of compensatory movements in the rehabilitation training process of a hemiplegic upper limb, is beneficial to assisting a patient in moving correctly, and promotes the enhancement of the movement function of the hemiplegic upper limb.

(57) 摘要: 一种偏瘫上肢代偿运动监测与抑制的康复机器人训练系统, 该系统包括上位机控制中心 (1)、互动显示屏 (2)、力反馈手套 (3)、位置跟踪器 (4)、上肢康复机器人末端连接器 (5)、上肢康复机器人 (6)、底座 (7)、压力坐垫 (8)。上肢康复机器人 (6) 的两个机械臂末端各安装一个上肢康复机器人末端连接器 (5), 分别佩戴于患者的上臂和前臂, 带动手臂运动, 上位机控制中心 (1) 存储和处理位置跟踪器 (4)、力反馈手套 (3) 以及压力坐垫 (8) 实时采集患者的数据并对患者是否出现代偿动作进行监测分析, 互动显示屏 (2) 实时显示患者上肢的位置姿态与代偿运动监测结果并用语音指导患者抑制代偿运动。该康复机器人训练系统实现了偏瘫上肢康复训练过程中代偿运动的监测与抑制, 有助于辅助患者正确运动, 促进偏瘫上肢运动功能的增强。

一种偏瘫上肢代偿运动监测与抑制的康复机器人训练系统

技术领域

本发明涉及上肢康复领域，具体涉及一种偏瘫上肢代偿运动监测与抑制的康复机器人训练系统。

背景技术

脑卒中，又名中风，具有发病率高、致残率高、死亡率高的特点，严重危害人类健康。半数以上的脑卒中幸存者存在以偏瘫为主的肢体功能障碍，严重影响患者的日常工作和生活。临床实践证明运动康复训练对于偏瘫上肢的康复治疗是有效的，能够很大程度上提高偏瘫肢体的恢复程度，引起了普遍关注。由于中风患者数量过于庞大，康复治疗师严重匮乏，康复机器人得到了国内外众多研究机构的广泛关注。但是在康复机器人辅助患者进行训练的过程中，患者往往会通过其它的活动来补偿功能受损关节的运动，从而形成错误的运动模式，即代偿运动，主要包括肩肘关节间代偿和躯干代偿。代偿运动会导致患者形成错误的运动模式，影响患者手臂康复训练的效果，不利于患者运动功能的恢复。

发明内容

本发明提出了一种偏瘫上肢代偿运动监测与抑制的康复机器人训练系统，目的是解决现有偏瘫上肢康复训练中缺乏对代偿运动监测及抑制的问题。上肢康复机器人辅助偏瘫上肢进行康复运动训练，并根据代偿运动监测结果调节训练动作的运动速度、运动范围和辅助力大小，实现抑制偏瘫上肢的代偿运动；位置跟踪器分别安装于患者手臂的上臂和前臂，用于实时采集患者手臂位置姿

态数据并传入上位机控制中心作为康复机器人的控制系统的反馈；力反馈手套佩戴于患者手部，用于实时采集患者手掌的位置姿态数据并传入上位机控制中心作为康复机器人的控制系统的反馈，并在游戏及任务中通过震动刺激患者手部，为患者提供触觉反馈；压力坐垫放置在患者的座椅上，用于实时采集患者的压力分布数据，并传入上位机控制中心作为康复机器人的控制系统的反馈；上位机控制中心用于存储患者的信息、对数据进行处理、对患者是否出现代偿动作进行监测等；互动显示屏放置在患者前方，用于实时显示患者上肢的位置姿态与代偿运动监测结果，同时通过语音指导患者抑制代偿运动。

本发明的目的至少通过如下技术方案之一实现。

一种偏瘫上肢代偿运动监测与抑制的康复机器人训练系统，包括上位机控制中心、互动显示屏、力反馈手套、位置跟踪器、上肢康复机器人末端连接器、上肢康复机器人、底座、压力坐垫；

所述上肢康复机器人安装于底座上；

所述上肢康复机器人末端连接器在上肢康复机器人的两个机械臂末端各安装一个，分别佩戴于患者手臂的上臂和前臂，用于连接上肢康复机器人与患者手臂，在康复训练过程中带动患者手臂运动；

所述位置跟踪器包括第一位置跟踪器、第二位置跟踪器；所述第一位置跟踪器、第二位置跟踪器分别安装于患者手臂的前臂和上臂，用于实时采集患者手臂位置姿态数据并将所采集的手臂位置姿态数据传入上位机控制中心作为上肢康复机器人的控制系统的反馈；

所述力反馈手套佩戴于患者手部，用于实时采集患者手掌的位置姿态数据并传入上位机控制中心作为上肢康复机器人控制系统的反馈，并在游戏及任务

中通过震动刺激患者手部，为患者提供触觉反馈；

所述压力坐垫放置在患者的座椅上，用于实时采集患者的压力分布数据并传入上位机控制中心作为上肢康复机器人的控制系统的反馈；

所述上位机控制中心用于存储患者的信息、对数据进行处理、对患者是否出现代偿动作进行监测分析；

所述互动显示屏放置在患者前方，用于实时显示患者上肢的位置姿态信息与代偿运动监测结果，同时通过语音指导患者抑制代偿运动。

进一步地，所述上肢康复机器人通过上肢康复机器人末端连接器分别与患者的上臂和前臂相连，带动患者手臂进行康复训练；上肢康复机器人调整带动患者手臂训练的运动速度、运动范围和辅助力大小，抑制患者的代偿运动。

进一步地，所述患者上肢的位置姿态信息包括第一位置跟踪器、第二位置跟踪器采集的患者手臂位置姿态数据与力反馈手套采集的患者手掌位置姿态数据。

进一步地，所述第一位置跟踪器、第二位置跟踪器所实时采集的患者手臂位置姿态数据包括前臂的位置姿态 $(x_1, y_1, z_1, \theta_{1x}, \theta_{1y}, \theta_{1z})$ 和上臂的位置姿态 $(x_2, y_2, z_2, \theta_{2x}, \theta_{2y}, \theta_{2z})$ ；其中， x_1, y_1, z_1 表示前臂的三维坐标， $\theta_{1x}, \theta_{1y}, \theta_{1z}$ 表示前臂的三维角度， x_2, y_2, z_2 表示上臂的三维坐标， $\theta_{2x}, \theta_{2y}, \theta_{2z}$ 表示上臂的三维角度。

进一步地，所述上位机控制中心先存储患者的信息，包括年龄、性别、医生诊断的病情、康复过程中由位置跟踪器采集的手臂位置姿态数据、手掌的位置姿态数据、压力分布数据；然后对数据进行处理，包括位置跟踪器采集的患者手臂位置姿态数据，力反馈手套采集的患者手掌位置姿态数据，压力坐垫采

集的患者压力分布数据；最后对患者是否出现代偿动作进行监测分析；

上位机控制中心将处理得到的患者上肢位置姿态信息传输到互动显示屏实时反馈给患者；上位机控制中心将分析得到的代偿运动监测结果，传输到互动显示屏实时反馈给患者，提醒患者主动调整姿态，抑制代偿运动；上位机控制中心将处理后的患者上肢位置姿态信息和代偿运动监测结果作为上肢康复机器人控制系统的反馈，通过调整上肢康复机器人带动患者手臂训练的运动速度、运动范围和辅助力大小，抑制患者的代偿运动。

进一步地，所述代偿运动监测结果包括手臂代偿运动分析和躯干代偿运动分析两部分，过程为：

①根据患者手臂位置姿态数据分析患者的手臂代偿运动情况，计算患者分别用患侧与健侧完成相同动作时手臂的位置偏差 D ，包括前臂的位置偏差 D_1 和上臂的位置偏差 D_2 ； D 数值越大，代表患者的手臂代偿运动越严重；

$$D_1 = \sqrt{((x_1(\text{健侧}) - x_1(\text{患侧}))^2 + (y_1(\text{健侧}) - y_1(\text{患侧}))^2 + (z_1(\text{健侧}) - z_1(\text{患侧}))^2)};$$

$$D_2 = \sqrt{((x_2(\text{健侧}) - x_2(\text{患侧}))^2 + (y_2(\text{健侧}) - y_2(\text{患侧}))^2 + (z_2(\text{健侧}) - z_2(\text{患侧}))^2)};$$

$$D = D_1 + D_2;$$

其中 $x_1(\text{健侧})$ 、 $y_1(\text{健侧})$ 和 $z_1(\text{健侧})$ 为前臂健侧的三维坐标， $x_1(\text{患侧})$ 、 $y_1(\text{患侧})$ 和 $z_1(\text{患侧})$ 为前臂患侧的三维坐标， $x_2(\text{健侧})$ 、 $y_2(\text{健侧})$ 和 $z_2(\text{健侧})$ 为上臂健侧的三维坐标， $x_2(\text{患侧})$ 、 $y_2(\text{患侧})$ 和 $z_2(\text{患侧})$ 为上臂患侧的三维坐标；

②根据患者的压力分布数据分析患者的躯干代偿运动情况，计算患者分别用患侧与健侧完成相同动作时压力分布数据的相对偏差 E ； E 数值越大，代表患者的躯干代偿运动越严重；

$$E = \frac{\sum_{i=1}^{1024} P(i)_{\text{健侧}} - \sum_{i=1}^{1024} P(i)_{\text{患侧}}}{\sum_{i=1}^{1024} P(i)_{\text{患侧}}} \times 100\%;$$

其中 i 为压力感测点编号, $i = 1, 2, \dots, 1024$ 、 $P(i)$ 为压力坐垫计算电阻阻值的变化而得出每个压力感测点的压力值、 $\sum_{i=1}^{1024} P(i)_{\text{健侧}}$ 为压力坐垫计算电阻阻值的变化而得出患者躯干健侧所有压力感测点的压力值总和、 $\sum_{i=1}^{1024} P(i)_{\text{患侧}}$ 为压力坐垫计算电阻阻值的变化而得出患者躯干患侧所有压力感测点的压力值总和。

进一步地, 所述互动显示屏的输入数据来自上位机控制中心, 包括患者上肢位置姿态信息与代偿运动监测结果; 互动显示屏一方面能够实时显示患者上肢的位置姿态与代偿运动监测结果, 另一方面能够通过语音提示, 指导患者主动抑制代偿运动; 互动显示屏通过视觉和语音刺激患者感官, 激发康复训练的积极性和主动性。

进一步地, 所述上位机控制中心为电脑。

与现有技术相比, 本发明具有如下优点和效果:

本发明提供的偏瘫上肢代偿运动监测与抑制的康复机器人训练系统, 实现了偏瘫上肢康复训练过程中代偿运动的监测与抑制, 有助于辅助患者正确运动模式, 促进偏瘫上肢运动功能的增强。

附图说明

图 1 为本发明实施例的一种偏瘫上肢代偿运动监测与抑制的康复机器人训练系统示意图。

图中所示: 上位机控制中心 1、互动显示屏 2、力反馈手套 3、位置跟踪器 4、第一位置跟踪器 4-1、第二位置跟踪器 4-1、上肢康复机器人末端连接器 5、上肢康复机器人 6、底座 7、压力坐垫 8。

图 2 为本发明实施例的上肢康复机器人末端连接器的结构示意图。

图中所示: 末端连接器上半部 5-1、末端连接器内圈 5-2、末端外圈下半部

5-3、末端连接器卡扣 5-4。

具体实施方式

以下结合附图和实例对本发明的具体实施作进一步说明，但本发明的实施和保护不限于此。需指出的是，以下若有未特别详细说明之过程，均是本领域技术人员可参照现有技术实现或理解的。

如图 1 所示，一种偏瘫上肢代偿运动监测与抑制的康复机器人训练系统，包括上位机控制中心 1、互动显示屏 2、力反馈手套 3、位置跟踪器 4、上肢康复机器人末端连接器 5、上肢康复机器人 6、底座 7、压力坐垫 8；

所述的上肢康复机器人 6 安装于底座 7 上；

所述上肢康复机器人末端连接器 5 在上肢康复机器人 6 的两个机械臂末端各安装一个，分别佩戴于患者手臂的上臂和前臂，用于连接上肢康复机器人与患者手臂，在康复训练过程中带动患者手臂运动；

所述位置跟踪器 4 包括第一位置跟踪器 4-1、第二位置跟踪器 4-2；所述第一位置跟踪器 4-1、第二位置跟踪器 4-2 分别安装于患者手臂的前臂和上臂，用于实时采集患者手臂位置姿态数据，并将所采集的手臂位置姿态数据传入上位机控制中心 1 作为上肢康复机器人 6 的控制系统的反馈；其中位置跟踪器 4 可以选用 HTC VIVE 追踪器。

所述力反馈手套 3 佩戴于患者手部，用于实时采集患者手掌的位置姿态数据并传入上位机控制中心 1 作为上肢康复机器人 6 控制系统的反馈，并在游戏及任务中通过震动刺激患者手部，为患者提供触觉反馈；其中力反馈手套 3 可以选用 Manus VR Glove 虚拟现实手套。

所述压力坐垫 8 放置在患者的座椅上，用于实时采集患者的压力分布数据，

并传入上位机控制中心 1 作为上肢康复机器人 6 的控制系统的反馈；本实施例中，所选压力坐垫为 TEKSCAN 公司 Body Pressure Measurement System (BPMS) 系列的#5350 型号的产品。该款压力坐垫由 32×32 ，共 1024 个薄膜压力感测点阵列组成，压力感测点受到压力作用时，就接通了电子回路，设备通过计算电阻阻值的变化而得出每个压力感测点的压力值 $P(i)$ ，其中 $i = 1, 2, \dots, 1024$ ；

所述上位机控制中心 1 用于存储患者的信息、对数据进行处理、对患者是否出现代偿动作进行监测分析；

所述互动显示屏 2 放置在患者前方，用于实时显示患者上肢的位置姿态信息与代偿运动监测结果，同时通过语音指导患者抑制代偿运动。

本实施例中，如图 2 所示，所述上肢康复机器人末端连接器 5 包括末端连接器上半部 5-1、末端连接器内圈 5-2、末端外圈下半部 5-3、末端连接器卡扣 5-4 四部分。末端连接器上半部 5-1 和末端外圈下半部 5-3 通过末端连接器卡扣 5-4 相插接，方便使用；所述末端连接器内圈 5-2 为充气式内圈，保证患者手臂的舒适性。

进一步地，所述上肢康复机器人 6 通过上肢康复机器人末端连接器 5 分别与患者的上臂和前臂相连，带动患者手臂进行康复训练；上肢康复机器人 6 调整带动患者手臂训练的运动速度、运动范围和辅助力大小，抑制患者的代偿运动。

进一步地，所述患者上肢的位置姿态信息包括第一位置跟踪器 4-1、第二位置跟踪器 4-2 采集的患者手臂位置姿态数据与力反馈手套 3 采集的患者手掌位置姿态数据。

进一步地，所述第一位置跟踪器 4-1、第二位置跟踪器 4-2 所实时采集的患

者手臂位置姿态数据包括前臂的位置姿态 $(x_1, y_1, z_1, \theta_{1x}, \theta_{1y}, \theta_{1z})$ 和上臂的位置姿态 $(x_2, y_2, z_2, \theta_{2x}, \theta_{2y}, \theta_{2z})$ ；其中， x_1, y_1, z_1 表示前臂的三维坐标， $\theta_{1x}, \theta_{1y}, \theta_{1z}$ 表示前臂的三维角度， x_2, y_2, z_2 表示上臂的三维坐标， $\theta_{2x}, \theta_{2y}, \theta_{2z}$ 表示上臂的三维角度。

进一步地，所述上位机控制中心 1 先存储患者的信息，包括年龄、性别、医生诊断的病情、康复过程中由位置跟踪器采集的手臂位置姿态数据、手掌的位置姿态数据、压力分布数据；然后对数据进行处理，包括位置跟踪器 4 采集的患者手臂位置姿态数据，力反馈手套 3 采集的患者手掌位置姿态数据，压力坐垫 8 采集的患者压力分布数据；最后对患者是否出现代偿动作进行监测分析；

上位机控制中心 1 将处理得到的患者上肢位置姿态信息传输到互动显示屏 2 实时反馈给患者；上位机控制中心 1 将分析得到的代偿运动监测结果，传输到互动显示屏 2 实时反馈给患者，提醒患者主动调整姿态，抑制代偿运动；上位机控制中心 1 将处理后的患者上肢位置姿态信息和代偿运动监测结果作为上肢康复机器人 6 控制系统的反馈，通过调整上肢康复机器人 6 带动患者手臂训练的运动速度、运动范围和辅助力大小，抑制患者的代偿运动。

进一步地，所述代偿运动监测结果包括手臂代偿运动分析和躯干代偿运动分析两部分，过程为：

①根据患者手臂位置姿态数据分析患者的手臂代偿运动情况，计算患者分别用患侧与健侧完成相同动作时手臂的位置偏差 D ，包括前臂的位置偏差 D_1 和上臂的位置偏差 D_2 。 D 数值越大，代表患者的手臂代偿运动越严重。

$$D_1 = \sqrt{((x_1(\text{健侧}) - x_1(\text{患侧}))^2 + (y_1(\text{健侧}) - y_1(\text{患侧}))^2 + (z_1(\text{健侧}) - z_1(\text{患侧}))^2)};$$

$$D_2 = \sqrt{((x_2(\text{健侧}) - x_2(\text{患侧}))^2 + (y_2(\text{健侧}) - y_2(\text{患侧}))^2 + (z_2(\text{健侧}) - z_2(\text{患侧}))^2)};$$

$$D = D_1 + D_2;$$

其中 x_1 (健侧)、 y_1 (健侧)和 z_1 (健侧)为前臂健侧的三维坐标, x_1 (患侧)、 y_1 (患侧)和 z_1 (患侧)为前臂患侧的三维坐标, x_2 (健侧)、 y_2 (健侧)和 z_2 (健侧)为上臂健侧的三维坐标, x_2 (患侧)、 y_2 (患侧)和 z_2 (患侧)为上臂患侧的三维坐标;

②根据患者的压力分布数据分析患者的躯干代偿运动情况, 计算患者分别用患侧与健侧完成相同动作时压力分布数据的相对偏差 E 。 E 数值越大, 代表患者的躯干代偿运动越严重。

$$E = \frac{\sum_{i=1}^{1024} P(i)_{\text{健侧}} - \sum_{i=1}^{1024} P(i)_{\text{患侧}}}{\sum_{i=1}^{1024} P(i)_{\text{患侧}}} \times 100\%;$$

其中 i 为压力感测点编号, $i = 1, 2, \dots, 1024$ 、 $P(i)$ 为压力坐垫计算电阻阻值的变化而得出每个压力感测点的压力值、 $\sum_{i=1}^{1024} P(i)_{\text{健侧}}$ 为压力坐垫计算电阻阻值的变化而得出患者躯干健侧所有压力感测点的压力值总和、 $\sum_{i=1}^{1024} P(i)_{\text{患侧}}$ 为压力坐垫计算电阻阻值的变化而得出患者躯干患侧所有压力感测点的压力值总和。

进一步地, 所述互动显示屏 2 的输入数据来自上位机控制中心 1, 包括患者上肢位置姿态信息与代偿运动监测结果; 互动显示屏 2 一方面能够实时显示患者上肢的位置姿态与代偿运动监测结果, 另一方面能够通过语音提示, 指导患者主动抑制代偿运动; 互动显示屏 2 通过视觉和语音刺激患者感官, 激发康复训练的积极性和主动性。

进一步地, 所述上位机控制中心 1 为电脑。

根据上述说明书的内容, 本发明所属领域的技术人员还可以对上述实施方式进行变更和修改。因此, 本发明并不局限于上面揭示和描述的具体实施方式, 对本发明的一些修改和变更也应当落入本发明的权利要求的保护范围内。

权 利 要 求 书

1、一种偏瘫上肢代偿运动监测与抑制的康复机器人训练系统，其特征在于，包括上位机控制中心（1）、互动显示屏（2）、力反馈手套（3）、位置跟踪器（4）、上肢康复机器人末端连接器（5）、上肢康复机器人（6）、底座（7）、压力坐垫（8）；

所述上肢康复机器人（6）安装于底座（7）上；

所述上肢康复机器人末端连接器（5）在上肢康复机器人（6）的两个机械臂末端各安装一个，分别佩戴于患者手臂的上臂和前臂，用于连接上肢康复机器人与患者手臂，在康复训练过程中带动患者手臂运动；

所述位置跟踪器（4）包括第一位置跟踪器（4-1）、第二位置跟踪器（4-2）；所述第一位置跟踪器（4-1）、第二位置跟踪器（4-2）分别安装于患者手臂的前臂和上臂，用于实时采集患者手臂位置姿态数据并将所采集的手臂位置姿态数据传入上位机控制中心（1）作为上肢康复机器人（6）的控制系统的反馈；

所述力反馈手套（3）佩戴于患者手部，用于实时采集患者手掌的位置姿态数据并传入上位机控制中心（1）作为上肢康复机器人（6）控制系统的反馈，并在游戏及任务中通过震动刺激患者手部，为患者提供触觉反馈；

所述压力坐垫（8）放置在患者的座椅上，用于实时采集患者的压力分布数据并传入上位机控制中心（1）作为上肢康复机器人（6）的控制系统的反馈；

所述上位机控制中心（1）用于存储患者的信息、对数据进行处理、对患者是否出现代偿动作进行监测分析；

所述互动显示屏（2）放置在患者前方，用于实时显示患者上肢的位置姿态信息与代偿运动监测结果，同时通过语音指导患者抑制代偿运动。

2、根据权利要求1所述的一种偏瘫上肢代偿运动监测与抑制的康复机器人

训练系统，其特征在于，所述上肢康复机器人（6）通过末端连接器（5）分别与患者的上臂和前臂相连，带动患者手臂进行康复训练；上肢康复机器人（6）调整带动患者手臂训练的运动速度、运动范围和辅助力大小，抑制患者的代偿运动。

3、根据权利要求1所述的一种偏瘫上肢代偿运动监测与抑制的康复机器人训练系统，其特征在于，所述患者上肢的位置姿态信息包括第一位置跟踪器（4-1）、第二位置跟踪器（4-2）采集的患者手臂位置姿态数据与力反馈手套（3）采集的患者手掌位置姿态数据。

4、根据权利要求3所述的一种偏瘫上肢代偿运动监测与抑制的康复机器人训练系统，其特征在于，所述第一位置跟踪器（4-1）、第二位置跟踪器（4-2）所实时采集的患者手臂位置姿态数据包括前臂的位置姿态 $(x_1, y_1, z_1, \theta_{1x}, \theta_{1y}, \theta_{1z})$ 和上臂的位置姿态 $(x_2, y_2, z_2, \theta_{2x}, \theta_{2y}, \theta_{2z})$ ；其中， x_1, y_1, z_1 表示前臂的三维坐标， $\theta_{1x}, \theta_{1y}, \theta_{1z}$ 表示前臂的三维角度， x_2, y_2, z_2 表示上臂的三维坐标， $\theta_{2x}, \theta_{2y}, \theta_{2z}$ 表示上臂的三维角度。

5、根据权利要求1所述的一种偏瘫上肢代偿运动监测与抑制的康复机器人训练系统，其特征在于，所述上位机控制中心（1）先存储患者的信息，包括年龄、性别、医生诊断的病情、康复过程中由位置跟踪器采集的手臂位置姿态数据、手掌的位置姿态数据、压力分布数据；然后对数据进行处理，包括位置跟踪器（4）采集的患者手臂位置姿态数据，力反馈手套（3）采集的患者手掌位置姿态数据，压力坐垫（8）采集的患者压力分布数据；最后对患者是否出现代偿动作进行监测分析；

上位机控制中心（1）将处理得到的患者上肢位置姿态信息传输到互动显示

屏（2）实时反馈给患者；上位机控制中心（1）将分析得到的代偿运动监测结果，传输到互动显示屏（2）实时反馈给患者，提醒患者主动调整姿态，抑制代偿运动；上位机控制中心（1）将处理后的患者上肢位置姿态信息和代偿运动监测结果作为上肢康复机器人（6）控制系统的反馈，通过调整上肢康复机器人（6）带动患者手臂训练的运动速度、运动范围和辅助力大小，抑制患者的代偿运动。

6、根据权利要求5所述的一种偏瘫上肢代偿运动监测与抑制的康复机器人训练系统，其特征在于，所述代偿运动监测结果包括手臂代偿运动分析和躯干代偿运动分析两部分，过程为：

①根据患者手臂位置姿态数据分析患者的手臂代偿运动情况，计算患者分别用患侧与健侧完成相同动作时手臂的位置偏差 D ，包括前臂的位置偏差 D_1 和上臂的位置偏差 D_2 ； D 数值越大，代表患者的手臂代偿运动越严重；

$$D_1 = \sqrt{((x_1(\text{健侧}) - x_1(\text{患侧}))^2 + (y_1(\text{健侧}) - y_1(\text{患侧}))^2 + (z_1(\text{健侧}) - z_1(\text{患侧}))^2)};$$

$$D_2 = \sqrt{((x_2(\text{健侧}) - x_2(\text{患侧}))^2 + (y_2(\text{健侧}) - y_2(\text{患侧}))^2 + (z_2(\text{健侧}) - z_2(\text{患侧}))^2)};$$

$$D = D_1 + D_2;$$

其中 $x_1(\text{健侧})$ 、 $y_1(\text{健侧})$ 和 $z_1(\text{健侧})$ 为前臂健侧的三维坐标， $x_1(\text{患侧})$ 、 $y_1(\text{患侧})$ 和 $z_1(\text{患侧})$ 为前臂患侧的三维坐标， $x_2(\text{健侧})$ 、 $y_2(\text{健侧})$ 和 $z_2(\text{健侧})$ 为上臂健侧的三维坐标， $x_2(\text{患侧})$ 、 $y_2(\text{患侧})$ 和 $z_2(\text{患侧})$ 为上臂患侧的三维坐标；

②根据患者的的压力分布数据分析患者的躯干代偿运动情况，计算患者分别用患侧与健侧完成相同动作时压力分布数据的相对偏差 E ； E 数值越大，代表患者的躯干代偿运动越严重；

$$E = \frac{\sum_{i=1}^{1024} P(i)_{\text{健侧}} - \sum_{i=1}^{1024} P(i)_{\text{患侧}}}{\sum_{i=1}^{1024} P(i)_{\text{患侧}}} \times 100\%;$$

其中 i 为压力感测点编号， $i = 1, 2, \dots, 1024$ 、 $P(i)$ 为压力坐垫计算电阻阻值的

变化而得出每个压力感测点的压力值、 $\sum_{i=1}^{1024} P(i)_{\text{健侧}}$ 为压力坐垫计算电阻阻值的变化而得出患者躯干健侧所有压力感测点的压力值总和、 $\sum_{i=1}^{1024} P(i)_{\text{患侧}}$ 为压力坐垫计算电阻阻值的变化而得出患者躯干患侧所有压力感测点的压力值总和。

7、根据权利要求 1 所述的一种偏瘫上肢代偿运动监测与抑制的康复机器人训练系统，其特征在于，所述互动显示屏（2）的输入数据来自上位机控制中心（1），包括患者上肢位置姿态信息与代偿运动监测结果；互动显示屏（2）一方面能够实时显示患者上肢的位置姿态与代偿运动监测结果，另一方面能够通过语音提示，指导患者主动抑制代偿运动；互动显示屏（2）通过视觉和语音刺激患者感官，激发康复训练的积极性和主动性。

8、根据权利要求 1 所述的一种偏瘫上肢代偿运动监测与抑制的康复机器人训练系统，其特征在于，所述上位机控制中心（1）为电脑。

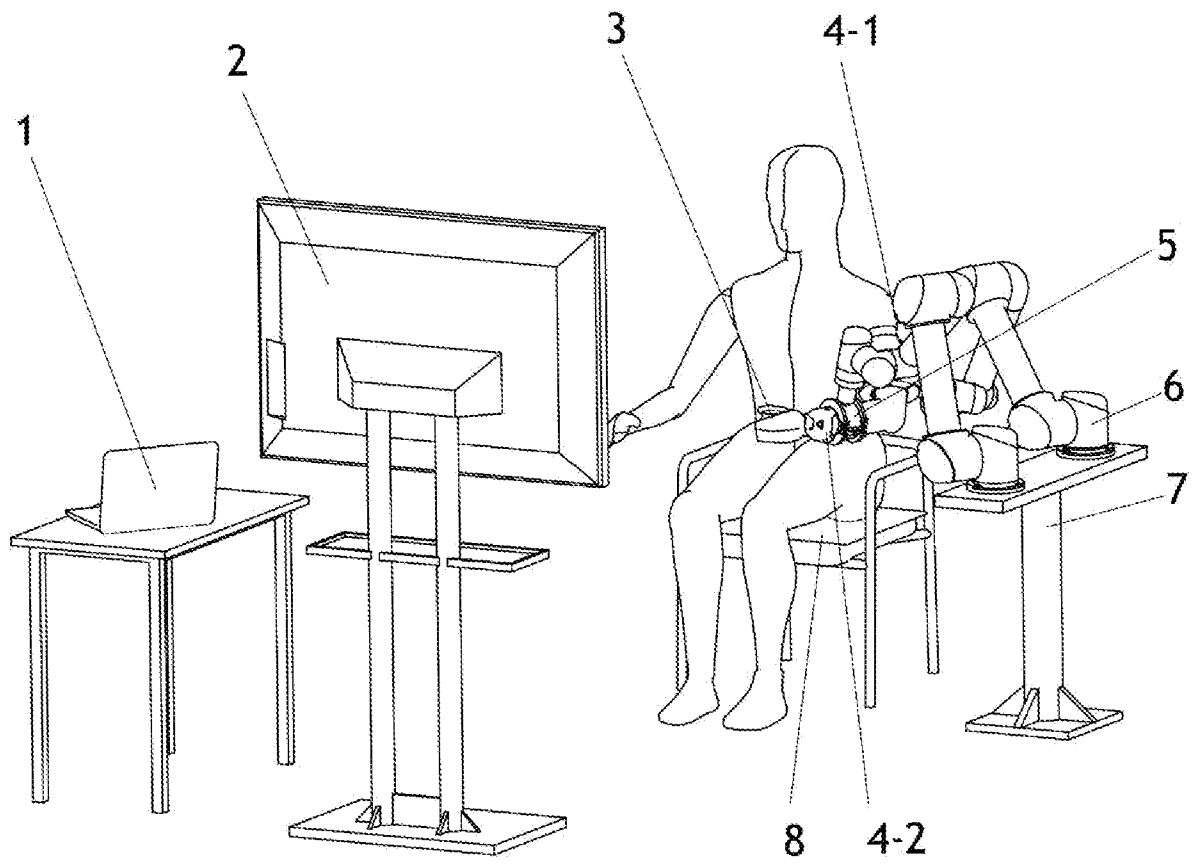


图 1

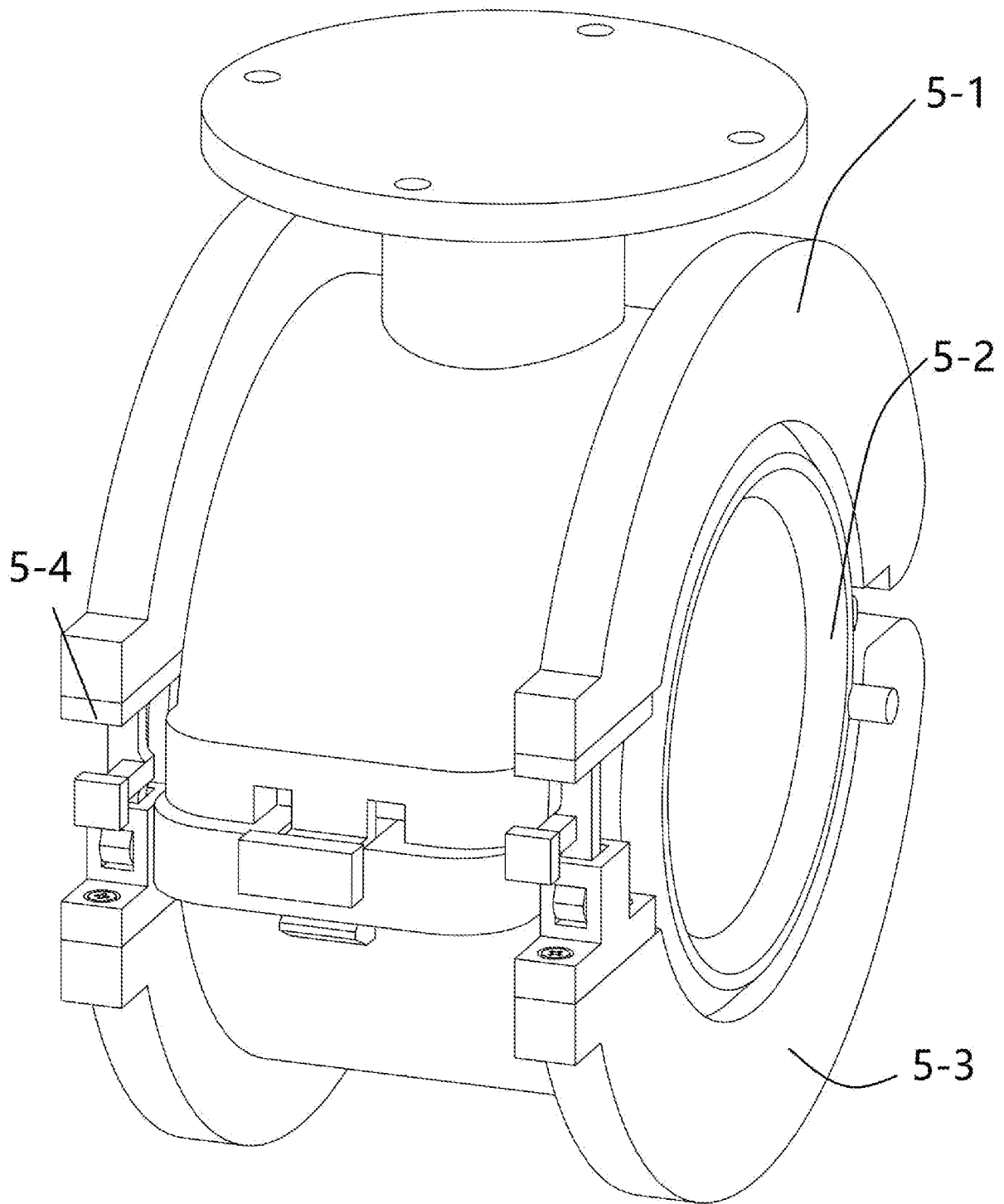


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/114917

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61H 1/02(2006.01)i; A61H 23/02(2006.01)i; A61B 5/11(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B; A61H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 华南理工大学, 谢龙汉, 蔡思祺, 李国峰, 黄双远, 康复, 上肢, 代偿, 运动替代, 机器人, 机械臂, 机械手, 外骨骼, 显示, 运动, 动作, 位置, 压力, 坐垫, 座垫, Heal+, Rehabilitat+, Recovery, Upper w limb?, Compensat+, Robot+, Exoskeleton, Display+, Movement, Motion, Position, Pressure, Cushion

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110123573 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 16 August 2019 (2019-08-16) description, paragraphs [0032]-[0055], figure 1	1-8
A	CN 109363888 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 22 February 2019 (2019-02-22) description, paragraphs [0020]-[0029], and figure 1	1-8
A	CN 109243572 A (ZHONGKE DIGITAL HEALTH RESEARCH INSTITUTE (NANJING) CO., LTD.) 18 January 2019 (2019-01-18) description, paragraphs [0029]-[0071], and figures 1-2	1-8
A	CN 107320285 A (SHANGHAI INNOMOTION INC.) 07 November 2017 (2017-11-07) entire document	1-8
A	CN 109363887 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 22 February 2019 (2019-02-22) entire document	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 January 2020

Date of mailing of the international search report

03 February 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/114917

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108154912 A (JIANGSU CHENGKANG REHABILITATION CO., LTD.) 12 June 2018 (2018-06-12) entire document	1-8
A	CN 202459994 U (HEBEI UNITED UNIVERSITY) 03 October 2012 (2012-10-03) entire document	1-8
A	CN 1972732 A (MOTORIKA INC.) 30 May 2007 (2007-05-30) entire document	1-8
A	JP H09248322 A (YASKAWA DENKI SEISAKUSHO KK) 22 September 1997 (1997-09-22) entire document	1-8
A	李成梁 等 (LI, Chengliang et al.). "一种支持代偿运动识别的上肢虚拟训练方法 (The virtual training method of upper extremities with the supporting of recognition of compensative motor)" <i>中国康复医学杂志 (Chinese Journal of Rehabilitation Medicine)</i> , Vol. 27, No. 8, 31 August 2012 (2012-08-31), ISSN: 1001-1242, pp. 732-737	1-8
A	姚重阳 等 (YAO, Chongyang et al.). "机器人辅助上肢康复运动训练的代偿运动研究 (Research on motion compensation using robot-assisted movement rehabilitation of upper extremities)" <i>中国康复医学杂志 (Chinese Journal of Rehabilitation Medicine)</i> , Vol. 25, No. 11, 30 November 2010 (2010-11-30), ISSN: 1001-1242, pp. 1085-1089	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/114917

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110123573	A	16 August 2019	None			
CN	109363888	A	22 February 2019	None			
CN	109243572	A	18 January 2019	None			
CN	107320285	A	07 November 2017	None			
CN	109363887	A	22 February 2019	None			
CN	108154912	A	12 June 2018	None			
CN	202459994	U	03 October 2012	None			
CN	1972732	A	30 May 2007	CN	1956692	A	02 May 2007
				US	2015141773	A1	21 May 2015
				WO	2005074370	A2	18 August 2005
				US	2008234113	A1	25 September 2008
				JP	4927111	B2	09 May 2012
				US	8888723	B2	18 November 2014
				EP	1729710	A2	13 December 2006
				KR	20070061475	A	13 June 2007
				JP	2007520310	A	26 July 2007
				JP	2009131647	A	18 June 2009
JP	H09248322	A	22 September 1997	JP	3870403	B2	17 January 2007

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/114917

A. 主题的分类

A61H 1/02 (2006.01) i; A61H 23/02 (2006.01) i; A61B 5/11 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

A61B; A61H

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 华南理工大学, 谢龙汉, 蔡思祺, 李国峰, 黄双远, 康复, 上肢, 代偿, 运动替代, 机器人, 机械臂, 机械手, 外骨骼, 显示, 运动, 动作, 位置, 压力, 坐垫, 座垫, Heal+, Rehabilitat+, Recovery, Upper w limb?, Compensat+, Robot+, Exoskeleton, Display+, Movement, Motion, Position, Pressure, Cushion

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 110123573 A (华南理工大学) 2019年 8月 16日 (2019 - 08 - 16) 说明书第[0032]-[0055]段、图1	1-8
A	CN 109363888 A (华南理工大学) 2019年 2月 22日 (2019 - 02 - 22) 说明书第[0020]-[0029]段、图1	1-8
A	CN 109243572 A (中科数字健康科学研究院南京有限公司) 2019年 1月 18日 (2019 - 01 - 18) 说明书第[0029]-[0071]段、图1-2	1-8
A	CN 107320285 A (上海逸动医学科技有限公司) 2017年 11月 7日 (2017 - 11 - 07) 全文	1-8
A	CN 109363887 A (华南理工大学) 2019年 2月 22日 (2019 - 02 - 22) 全文	1-8
A	CN 108154912 A (江苏承康医用设备有限公司) 2018年 6月 12日 (2018 - 06 - 12) 全文	1-8
A	CN 202459994 U (河北联合大学) 2012年 10月 3日 (2012 - 10 - 03) 全文	1-8

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2020年 1月 13日

国际检索报告邮寄日期

2020年 2月 3日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

孔祥云

电话号码 86-(10)-53962489

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 1972732 A (莫托里卡股份有限公司) 2007年 5月 30日 (2007 - 05 - 30) 全文	1-8
A	JP H09248322 A (株式会社安川电机) 1997年 9月 22日 (1997 - 09 - 22) 全文	1-8
A	李成梁 等. "一种支持代偿运动识别的上肢虚拟训练方法" 中国康复医学杂志, 第27卷, 第8期, 2012年 8月 31日 (2012 - 08 - 31), ISSN: 1001-1242, 第732-737页	1-8
A	姚重阳 等. "机器人辅助上肢康复运动训练的代偿运动研究" 中国康复医学杂志, 第25卷, 第11期, 2010年 11月 30日 (2010 - 11 - 30), ISSN: 1001-1242, 第1085-1089页	1-8

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/114917

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	110123573	A	2019年 8月 16日	无			
CN	109363888	A	2019年 2月 22日	无			
CN	109243572	A	2019年 1月 18日	无			
CN	107320285	A	2017年 11月 7日	无			
CN	109363887	A	2019年 2月 22日	无			
CN	108154912	A	2018年 6月 12日	无			
CN	202459994	U	2012年 10月 3日	无			
CN	1972732	A	2007年 5月 30日	CN	1956692	A	2007年 5月 2日
				US	2015141773	A1	2015年 5月 21日
				WO	2005074370	A2	2005年 8月 18日
				US	2008234113	A1	2008年 9月 25日
				JP	4927111	B2	2012年 5月 9日
				US	8888723	B2	2014年 11月 18日
				EP	1729710	A2	2006年 12月 13日
				KR	20070061475	A	2007年 6月 13日
				JP	2007520310	A	2007年 7月 26日
				JP	2009131647	A	2009年 6月 18日
JP	H09248322	A	1997年 9月 22日	JP	3870403	B2	2007年 1月 17日