**赛尔网络下一代互联网技术创新项目**

**结题工作报告**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目编号： | NGII20170714 |
| 项目名称： | 基于IPv6的智能手部康复机器人的研发 |
| 技术领域： | IPv6智能医疗 |
| 承担单位： | （盖章） |
| 项目负责人： | 田一 |
| 指导教师： | 王庆香 |
| 项目期限： | 1年 |
| 填报日期： | 2017年 7月 14 日 |
| 联系人： | 田一 |
| 联系电话： | 15626251009 |

**中国教育和科研计算机网CERNET网络中心制**

**二〇一七年五月**

**填 写 说 明**

一、请严格按照表中要求填写各项，用A4纸打印（单双均可），按照要求逐一签字盖章。

二、本报告的“项目名称”和“项目编号”等项目基本信息应与《任务合同书》一致；已做调整的按照调整批准后的信息填写。

三、本报告第一次出现外文名词时，要写清全称和缩写，再出现同一词时可以使用缩写。

四、编写人员应客观、真实地填报，尊重他人知识产权，遵守国家有关知识产权法规。

**项目基本信息**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目名称 | | | 基于IPv6的智能手部康复机器人的研发 | | | |
| 技术领域 | | | IPv6智能医疗 | | | |
| 项目期限 | | | √一年 □两年 | | | |
| 成果类型 | | | √硬件 □软件平台 □软件应用系统 □APP □网站 □专利 □软件著作权 □论文论著 □其他 | | | |
| 申请  单位  信息 | | 单位名称 | | 广州中医药大学 | | |
| 通讯地址 | | 广州市小谷围街道外环东路232号 | 邮政编码 | 510000 |
| 所在地区 | | 广东广州 | 组织机构代码或统一社会信用代码 | 12440000455860373F |
| 校科技主管部门 | |  | 联系电话 |  |
| 电子信箱 | |  | 传真号码 |  |
| 项目  申请人  信息 | 学生 | 姓名 | | 田一 | 性别 | 男 |
| 出生日期 | | 1995.01.01 | 年级 | 研一 |
| 所学专业 | | 神经脑科学 | 所在院系 |  |
| 固定电话 | |  | 移动电话 | 15626251009 |
| 传真号码 | |  | 电子信箱 | 1498410755@qq.com |
| 证件类型 | |  | 证件号码 |  |
| 指导教师 | 姓名 | | 王庆香 | 性别 | 男 |
| 年龄 | | 46 | 职称/学位 | 副教授 |
| 专业领域 | | 计算机科学 | 所在院系/部门 | 医学信息工程学院 |
| 移动电话 | |  | 固定电话 |  |
| 传真号码 | |  | 电子邮箱 |  |
| 证件类型 | |  | 证件号码 |  |
| 资助经费（万元） | | | | | 5 | |

# 项目计划执行情况

1. 项目基本情况

1.外骨骼手模块：在康复训练安排中，由于患者不同，手部大小各异，有可能造成上一次的抓握训练数据未经处理，直接为下一位患者操作的现象，会由于手大小不同导致过度拉伸，造成不必要的二次伤害。本发明在各个指腹设有反馈装置，每位患者初次使用时，进行一次指间距活动测量并记录数据。进行对指运动后，控制系统得到信号，发送反转指令给电机，两指随即分离。

以及三种辅助力模式：

被动式活动型。早期、持续性、无痛范围内的关节被动活动。可缓解疼痛、防止术后粘连与关节僵硬、消除手术所致的并发症。主要用于四肢关节术后及关节挛缩的治疗。

主动训练模式。一般用于康复训练中期等，为患者提供全关节活动度的辅助推动性力量。

带阻尼力的主动训练模式。一般用于康复训练后期，患者此时手部力量逐渐上升，有了初步的抓握能力，此时给予患者手部一定的阻力，加速康复训练强度。且各种训练模式均配合虚拟康复治疗游戏，提供深度康复训练环境。

2.FES 协同电机治疗方案。通过低频脉冲电流刺激受损伤的神经和肌肉，使之产生被动收缩，促进肌肉的运动功能及神经再生。此功能性电刺激提供处方化治疗或自定义电刺激方案在辅助患者手部运动推进时，在前臂贴有电刺激片发出FES处方，促进肌肉收缩，例如集团抓握运动，刺激屈肌肌群收缩，伸肌肌群拉伸等。

3.虚拟现实智能反馈技术。利用VR虚拟现实技术，该设备可为患者提供镜像的沉浸式游戏康复环境。使患者可以身临其境的去进行康复游戏，将康复游戏的效果提升至最大化，可提高训练的趣味性和患者的依从性，通过串口监视系统，底层下位机将手部运动状态信息传递到上位机，上位机根据相关信息，可以实时反馈到游戏中，由于人手部差异化，考虑到人手指端距离不同，在新患者上将重新进行测试，以使反馈更加及时，体验更佳。

4.数据库化数据管理。为加强数据化管理全程康复治疗过程，建立康复训练过程参数化数据库。数据库列表包括，康复训练过程各个控制参数，康复训练电机推动处方，康复训练FES处方，患者康复训练整体计划，患者基础信息等3.制定并动态调整个性化康复训练方案，并可针对患者的训练信息进行智能分析处理与存储，即时评估康复训练效果，辅助康复医师进行康复评定训练分析。

1. 项目执行情况（含研究目标、研究内容调整和变动情况）

结合人体运动与机器实际运动模式，制定了动作方案，并根据制作出的各样机海岸问题并解决问题，为达到预定的效果，先后制作了5代样机，每一代之间都比前一代的效果更加优化，运用在临床上的效果更加显著。

在项目制作的过程中，常常面临的问题是运动的不准确性以及协调人与电机之间的运动方式。在这个过程中，第一代的样机只有前后的推动作用，且使用的为硬质的钢芯材料，容易造成病患的二次损伤；于是在这基础上我们使用柔性纤维制作的超纤手套，并把手套与3D打印材料结合，使得手套运动先推动3D材料继而推动手指。但第二代的使用过程中会出现推动部位不贴合手部，往往呈现突起状态，于是在第三代的制作上，更换材料，使用坚韧的软线作为牵拉设备，并把单线推动结构改换成前后双线协助运动的牵拉式运动结构模式，该模式能使牵拉完全贴合手部结构，使得运动方式更像正常人体的自主运动模式。但第三代在材料上容易变形与阻尼模式过大时容易崩坏，因而更换了16股纤维细线相结合组成的不容易变形绷断的细线作为走线材料，使得装置更为稳固。而第五代为运动更顺滑，前后牵拉更顺畅，把前四代中使用的电机牵拉结构更换成轮轴转动模式，在转动的过程中背侧线与腹侧线运动相同位置，到达指定地点，相互协助性更强，使得运动更顺畅。在制作的过程中会发现制作上的不足以及未达到预定效果时的诅丧，但只要换种思维方式，尝试多种结构，摸索多种能实施的功能，便会发现许多创新创作之处。

项目实施过程遇到的困难及解决办法：

在实施过程中遇到的最常见的问题便是手部功能运动未达到预设点与功能未完美体现，于是在原有的方式方法上通过改进系统结构与材料，摸索产生多种形式的改进方案，最终确立一种最优化的方案进行改进。

# 项目研究取得的创新点与突破

本设备基于柔性控制和功能性电刺激的智能反馈康复治疗手套主要有如下创新点

1.外骨骼手模块

相比国内大多数康复外骨骼手套设备采取铝合金结构气泵抽拉式牵引人手指关节运动相比较，该手套在佩戴环节上相对方便，质量轻，活动范围大。手套采用柔性超纤材质的手套为手套基础，手指端处有固定模块，动力传输线材将滑台-电机系统的力传至手指端关节处，按压手指运动。采用此种设计思路，既保证力学传输，有减轻患者的佩戴负担，并为手部康复游戏系统设计提供更多的可能。

在康复训练安排中，由于患者不同，手部大小各异，有可能造成上一次的抓握训练数据未经处理，直接为下一位患者操作的现象，会由于手大小不同导致过度拉伸，造成不必要的二次伤害。本发明在各个指腹设有反馈装置，每位患者初次使用时，进行一次指间距活动测量并记录数据。进行对指运动后，控制系统得到信号，发送反转指令给电机，两指随即分离。

以及三种辅助力模式：

被动式活动型。早期、持续性、无痛范围内的关节被动活动。可缓解疼痛、防止术后粘连与关节僵硬、消除手术所致的并发症。主要用于四肢关节术后及关节挛缩的治疗。

主动训练模式。一般用于康复训练中期等，为患者提供全关节活动度的辅助推动性力量。

带阻尼力的主动训练模式。一般用于康复训练后期，患者此时手部力量逐渐上升，有了初步的抓握能力，此时给予患者手部一定的阻力，加速康复训练强度。且各种训练模式均配合虚拟康复治疗游戏，提供深度康复训练环境。

2.FES 协同电机治疗方案。

通过低频脉冲电流刺激受损伤的神经和肌肉，使之产生被动收缩，促进肌肉的运动功能及神经再生。此功能性电刺激提供处方化治疗或自定义电刺激方案在辅助患者手部运动推进时，在前臂贴有电刺激片发出FES处方，促进肌肉收缩，例如集团抓握运动，刺激屈肌肌群收缩，伸肌肌群拉伸等。

3.虚拟现实智能反馈技术

利用VR虚拟现实技术，该设备可为患者提供镜像的沉浸式游戏康复环境。使患者可以身临其境的去进行康复游戏，将康复游戏的效果提升至最大化，可提高训练的趣味性和患者的依从性，通过串口监视系统，底层下位机将手部运动状态信息传递到上位机，上位机根据相关信息，可以实时反馈到游戏中，由于人手部差异化，考虑到人手指端距离不同，在新患者上将重新进行测试，以使反馈更加及时，体验更佳

4. 数据库化数据管理。

为加强数据化管理全程康复治疗过程，建立康复训练过程参数化数据库。数据库列表包括，康复训练过程各个控制参数，康复训练电机推动处方，康复训练FES处方，患者康复训练整体计划，患者基础信息等3.制定并动态调整个性化康复训练方案，并可针对患者的训练信息进行智能分析处理与存储，即时评估康复训练效果，辅助康复医师进行康复评定训练分析。

本设备的特色在于从柔性力学方式出发，创立一种动态反馈的结合FES功能性电刺激的康复手套，将力学－人体运动学－功能性电刺激－虚拟康复训练视作一个整体进行开发和应用。为手功能康复带来新思路，新希望。

# 项目研究取得的成果及成果转化与应用情况

1. 项目研究取得的成果（成果请参照任务合同书中“预期成果和考核指标”逐条说明）

论文：《功能性电刺激与运动治疗结合的手功能康复装置的设计》被《中国康复医学杂志》采用与刊出；

基金项目：广州中医药大学青年英才培养工程（QNYC20170108）;广东省2017攀登计划（pdjh2017b0116）；创新强校工程-（AI-AFD01517IP02）大学生创新创业训练计划项目；赛尔网络下一代互联网技术创新项目（NGII20170714）

1. 成果转化与应用情况

目前，本系统已完成三代手套样机的制作，其中，最新一代的样机中，可有效实现手部集成抓握功能，以及手指的并指和分指的动作，本代样机最大的特点是通过柔性牵拉进行控制，提高了舒适性，并有功能性电刺激模块促进手指功能的恢复。同时，根据往代样机的实验，我们设计了一种减小手套对手指压迫的结构。

# 人才培养情况

经过三代手套的研发，总共有数十名人员参与项目，其中包括已毕业的优秀本科生，优秀在读本科生。

# 预算完成情况

# 希望继续获得资助，提出项目下一步工作计划

# 相关人员与部门意见

项目负责人（签字）：田一

指导教师（签字）：

主管部门（负责人签字或部门签章）：

年 月 日

# 承担单位意见

单位盖章：

年 月 日