|  |  |
| --- | --- |
| 资助编号 |  |

华中科技大学本科生自然科学创新基金

申请书（机械学院初步申报版）

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称： | 一种基于双足移动平台的残障人士辅助设备 |
| 申请人： | 孙文睿 |
| 申请人学号： | U202210790 |
| 移动电话： | 15576877966 |
| 电子邮件： | [1924519301@qq.com](mailto:1924519301@qq.com) |
| 所在院系： | 机械科学与工程学院 |
| 填表日期： | 2024.5.18 |

华中科技大学本科生院制

2024年5月

基本信息

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 申请人信息 | 姓名 | 孙文睿 | 性别 | 男 |
| 出生年月 | 2004.10.9 | 民族 | 汉族 |
| 导师姓名 | 高亮 | 导师职称 | 副校长 |
| 学籍单位 | 机械科学与工程院（系）  职称 | 学号 | U202210790 |
| 电子邮箱 | 1924519301@qq.com | | |
| 手机号码 | 15576877966 | QQ | 1924519301 |
| 研究领域 | 智能制造 | | |
| 是否基础学科拔尖学生培养计划2.0基地 | | | □是 √否 |
| 项目基本信息 | 项目名称 | 一种基于双足移动平台的残障人士辅助设备 | | |
| 英文名称 | An assistive device for disabled individuals based on bipedal mobile platforms | | |
| 研究期限 | 2024年月19日---2025年5月30日 | | |
| 研究方向 | 机器人机构设计与步态算法研究 | | |
| 申请金额 | 5（万元） | | |
| 中文关键词 | 结构设计 仿真 步态算法 | | |
| 英文关键词 | Structural design simulation Gait algorithm | | |
| 中文摘要 | **（本部分内容字数不超过500字）**  **本项目致力于开发一种基于双足机器人技术的残障人士辅助行走运动设备的设计与仿真方法，旨在解决两肢缺失及高位截瘫残障人士的独立生活问题。当前市面上已有许多辅助双腿残疾人士行走的设备，其主要面向的对象为一肢缺失或是肌力不足的残障人士，起到辅助支持、肌力补偿或是下肢复健的作用。但是现有产品并无法满足所有残障人士群体，对于高位截瘫，两肢缺失的残障人士除了轮椅之外，并没有其他的辅助设备来满足其日常行动以及生活起居的需求。但轮椅虽然成本较低，较为普及而且相关技术已经较为成熟，其对于残障人士来说仍存在移动需要消耗较大的体力，并且在某些地形和情况下仍需要他人的帮助来进行移动的缺点。此外对于客户来说，由于缺少腿部肌肉的肌力，残障人士独立地上下轮椅以及生活起居也面临很大困难，需要他人的帮助。目前缺少一种可供高位截瘫以及两肢缺失的残障人士独立实现日常行动以及生活起居的设备，市场缺口大，本项目将提供一对外部动力的机器下肢，作为残障人士的“双腿”，为他们提供日常行动动力。这将使他们能够独立地进行日常行动和生活起居，提高生活质量。** | | | |
|  |  | | | |

报告正文（从以下三方面进行阐述，不超过3000字。请勿删除或改动下述提纲标题及括号中的文字。）建议2-3页

|  |  |
| --- | --- |
| 研究初衷 | （为什么选择该研究课题？）  由于当今存在相当数量的截瘫人群，对于该人群来说，通过常规器材的复健已经希望不大，绝大多数只能依靠轮椅进行日常行动。长期使用轮椅，存在以下缺点：  首先，轮椅上的坐状态会导致截瘫患者的膀胱肠道压迫，下肢肌肉处于静止状态。长期的久坐会导致消化，排泄功能受损，腿部肌肉萎缩等情况。  其次，患者生活不便。轮椅往往只能适用于常规的平滑路面，在户外环境中面对坎坷，泥泞路面以及台阶往往无可奈何，患者的户外活动收到较大限制。其次轮椅的使用在较为狭窄的家居环境中往往也有较多的限制：轮椅上移动阻碍路径的家具较为困难、缺少轮椅底部视觉等等。并且，患者在轮椅上的生活起居往往也存在阻碍，患者在上洗手间，洗澡，离开轮椅上床等等行动都需要他人的帮助，对于其个人来说实现这些基本动作存在巨大困难。  个人尊严问题，患者长期被视为残障个体。在生活起居中长期被人照顾，难免被触及隐私部位。此外，本项目希望能够重新给予患者行走的体验，通过相关步态算法以及其他行动算法的开发，让患者通过设备获得重新行动以及独立生活的能力。通过该设备可以让患者在一定程度上重新恢复正常人的生活。 |
| 前期工作 | （前期做了哪些思考和准备？包括但不限于查阅文献、理论分析、实验验证等）  前期类似产品调研：在目前双腿残疾或者瘫痪的人士可以选择以下手段完成活动：  轮椅：轮椅是双腿残疾人士最常用的移动设备。轮椅可以根据残疾人士的需要进行定制，包括手动轮椅和电动轮椅。  假肢：假肢是一种人造肢体，可以替代或辅助缺失的肢体。对于双腿残疾人士，他们可以使用假肢来帮助行走。  外骨骼：外骨骼是一种可穿戴的机器人设备，它通过附着在人体骨骼上提供支持和动力，帮助人们行走。这种设备对于那些肌肉或神经系统受损导致行走困难的人特别有用。  助行器：助行器是一种辅助行走的设备，它通过提供额外的支撑和稳定性，帮助双腿残疾人士行走。助行器可以是手杖、腋拐或肘拐等。  通过调研我们发现当下现有的设备任然存在缺陷：假肢使用者限制其仍然具有一定的躯干，并且长期佩戴假肢对躯干有磨损和伤害；助行器在当下仍然并不成熟，多用于瘫痪人士恢复的医疗康复行业，并不能让使用者正常进行日常生活；外骨骼设备造价高昂，并且更多是辅助作用，需要使用者自己发力进行行走。但是对于截瘫患者来说，肢体任然存在，但无法提供足够的支持，并且通过复健手段难以恢复。所以当下现有的设备并不能解决难康复患者的生活问题，所以我们选择通过当下热门的双足机器人来解决目前问题。  通过查阅文献，我们发现目前已有很多较为成熟的外骨骼机器人可以辅助行走。但是，外骨骼机器人只能起到辅助作用，其辅助运动的方式主要是依靠背部或者腿部肌肉感知，以此来通过电机进行增大运动输出。其信号主要来源于人体的肌肉信号，或者运动信号。但是对于无信号可输入的截瘫人群，这并不适用。所以，本团队思考出一种于双足机器人类似的运动方案，提前将运动模式以及动作储存在设备中，当需要进行某些动作时，使用者只需要按动按钮即可执行相关动作。设备只需对于使用者的命令做出反馈就行，这往往是一般的机器人控制模式。其次，对于运动可行性方面，对于当前双足机器人结构进行改良，使机器人关节与人体关节进行灵巧耦合。在设备运动时保障人体的安全。这是可行的，当下的外骨骼机器人往往已经做到了这一点。其次，在控制算法方面，由于机器人结构相对于人体的自由性，在机器人上适用的算法并不适用于本设备。本设备需要以安全性和舒适性为首位，所以我们需要开发一套新的步态算法。考虑到日常生活环境，怎样实现其他的姿态算法也是我们需要研究的内容。  前期我们主要查找我们这个设备当前是否已经存在，对于当前市面上已有的类似设备进行分析。通过与学长，导师交流以及资料查找确定该方案的可行性。当前真在对于该设备进行模型搭建已及仿真实验准备，以此来得到有关数据进行具体分析。之后，本团队将会走访截瘫患者，进行交流，以此明确患者的更为实际的产品需求。 |
|  | （包括研究目标和拟解决的关键问题，以及拟采取的研究方法、技术路线等）  一、人机结构耦合的柔性关节设计  本产品主要针对脊髓损伤导致的高位截瘫或者下两肢确实等腿部肌力缺失的人群。此技术主要针对两肢保留的截瘫患者。由于机械运动需要机器关节处的活动，并要适配于人体下肢的活动，通过人体工程学以及机械设计学进行柔性关节的设计，在满足人体安全性以及舒适性的前提下保证动力输出元件（电机、气缸、液压缸）的正常工作。此外，由于整体结构的设计，产品的的所有关节均需要完全或是部分包络人体关节，并且承载所有的应力的作用，并提供主要动力。本产品实现了人体肢体包络的柔性关节设计，虽然使结构变得更为复杂，但是可以为肌力缺失的客户提供了稳定的支持以及动力提供。  二、整体重心姿态调整  由于产品的使用需要实现人机结构耦合，人体重心在产品运动过程中会时刻发生改变。所以需要算法控制时刻保持客户与产品的姿态保持。当人体重心发生移动时，首先对于人体的重心实现数据采集，在相关位置让客户戴上相关传感器，同时产品上也安装相关传感器，多传感器相互感应，以此得到客户重心相对于整体的偏移量。需要控制终端对传感器收集到的信号进行算法运算，运算完成之后得出处理结果，再对于产品发出信号，产品各级电机接受信号进行协同运动，以此实现姿态控制与调整。本技术对于不确定性大的人体重心实现实时数据采集，对于客户与产品实现了协调，并能够实时实现步态控制。  三、产品步态控制  本产品为满足客户的日常行走以及生活起居需求，需要实现产品在较复杂地形的柔顺，平稳行走。通过对产品的关键活动部位（腿部、髋部、脚踝部）安装位移传感器，或者直接通过电机反馈相关数据，控制终端通过收集到的数据进行基于多层神经网络和预训练的机器人步行参数化模型的算法决策，可以实现不回到预设姿态找到最佳触地角度，减小触地冲击，再通过对电机等其他运动元件进行准确协同控制，从而实现产品在较复杂地形的快速，连续且柔顺平稳的步态行走。  四、机器控制  考虑到客户两肢缺失或是截瘫的情况，在产品上加装物理量或是生物电传感器并不能好的反馈数据。对于此问题，本团队给出了两套解决方案：一：本产品采用客户穿戴背部生物传感器的方法，以此来实现客户对于产品的信号输出。从而实现对于机器的控制。二：本产品通过外加控制器的方式来实现客户对产品的控制，通过简单按键或是摇杆控制器从而实现对于产品的基本控制。以上两种方法均能实现低门槛的机器控制，操作简单，客户不需要过长的培训与适应时间就可以使用产品。  五、客户穿戴  客户日常穿戴方面需要考虑产品的重量和结构两方面。在基本功能能够保证的前提下，减轻产品的重量，需要对产品各个结构的材料进行对比，选择出强度、刚度、韧性符合要求且重量轻的材料。在结构方面需要符合人体工学设计，使客户可以轻松地穿戴脱下机器人，且在长时间穿戴过程中不会出现不舒适的情况。此外，对于产品整体需要进行减震设计，在机器行走过程中会出现不可避免的震动情况，为了保证客户使用的舒适度，对于柔性关节部位以及主要支持部位进行减震设计。  研究方法：首先进行模型设计，以及仿真环境搭建。其次将对于设备进行动力学仿真，确定设备的力学性能。之后将对于设备进行步态运动学仿真，当设备的仿真完成无异常后，保证仿真数据在安全值不会对于人体造成损伤后。将进行实物搭建。 |

申请人简历

|  |  |
| --- | --- |
| 教育经历 | （从高中开始;大学期间教育经历需写明所在院系）  **高中：张家界市第一中学509班**  **所选科目：理化生**  **高考成绩：632（不含加分）**  **本科：2022级**  **2022-2023机械科学与工程学院 机械2210班**  **2023-2022机械科学与工程学院 智能制造2204班** |
| 项目经历 | （曾参与的科技活动或项目）  **高亮双足机器人实验室参与有关工作**  **华中科技大学Focous团队成员**  **机械产品数字设计赛 全国二等奖**  **参与液压缸内置lvdt专利研发**  **大学生创新创业项目负责人** |
| 成绩奖励 | 本科学业成绩、加权排名和获得奖励情况（如论文、专利、奖项等，高中期间获得全国性学科竞赛奖项也可列出）  **本科加权：2022-2023学年成绩 84.54**  **2023- 成绩 82.24**  **加权排名: 101/179**  **获得奖励:新生公益奖学金** |

项目承诺

|  |
| --- |
| 本人承诺遵守学术伦理，承诺遵守国家和学校规定，合法合规使用项目经费；承诺按照申请书制定的目标和计划完成项目；如在项目结题之前毕业，本人承诺按本科生院要求结题。    承诺人：孙文睿  2024年 5月 18 日 |

导师意见

|  |
| --- |
| 对项目创新性及申请者的思想素质、科研能力、创新潜力和拟开展的研究工作的评价,是（否）同意申报。    导师:  年 月 日 |