

可实现跖屈—背屈双向运动辅助的绳驱动踝关节外骨骼

王田苗¹, 裴轩¹, 侯涛刚^{1,2}, 樊瑜波^{3,5}, 杨轩¹, Hugh M. HERR⁴, 杨兴帮⁴

¹北京航空航天大学机械工程及自动化学院, 中国北京市, 100083

²北京航空航天大学高等理工学院, 中国北京市, 100083

³北京航空航天大学生物与医学工程学院, 中国北京市, 100083

⁴麻省理工学院媒体实验室, 美国马萨诸塞州, 02139-4307

⁵北京航空航天大学北京生物医学工程高精尖创新中心, 中国北京市, 100083

摘要: 下肢外骨骼辅助机器人广泛应用于运动辅助或康复训练。因绳驱动外骨骼具有良好人体顺应性且更加轻便, 研究人员研发出一系列绳驱动样机辅助踝关节运动, 但其中大多数只能辅助单向运动。本文提出一种可穿戴绳驱动踝关节外骨骼机器人, 该外骨骼机器人使用一对单电机分别实现两侧踝关节跖屈—背屈双向运动辅助。该外骨骼主要重量(即电机、供能单元和控制单元)置于人体近端(即腰部)附近, 以减少作用在穿戴者下肢的附加转动惯量。设计了基于齿轮—滑轮组件的绳索力传输系统, 有效地将动力从电机端传递至末端执行器; 设计了动力输出单元中的自张紧装置, 用于实现穿戴者行走过程中绳索的张紧; 设计了基于足底压力传感器和惯性测量单元(IMU)的步态检测系统, 可有效识别步态周期和步行状态。为验证外骨骼动力输出性能, 进行力矩跟踪实验。在受试者佩戴该外骨骼并提供主动辅助力情况下, 比目鱼肌活动与未佩戴外骨骼状态相比降低5.2%, 从而验证该外骨骼的力辅助作用。本文研究表明, 该轻型绳驱动外骨骼机器人在人体运动增强或康复训练中具有潜在应用前景。

关键词: 踝关节外骨骼; 跖屈—背屈双向辅助; 仿生步态力矩; 绳驱动; 步态探测

<https://doi.org/10.1631/FITEE.1900455>