

Titre : Développement d'un exosquelette à câbles pour les membres supérieurs destiné à la réadaptation et aux activités de la vie quotidienne

Mots clés : Exosquelette à câbles, robotique de réadaptation, assistance des membres supérieurs, exosquelette coude-poignet.

Résumé : Les exosquelettes à câbles apparaissent comme une solution efficace pour la rééducation des membres supérieurs, offrant une assistance légère, flexible et personnalisable. Alors que les recherches antérieures sur la rééducation des membres supérieurs se sont principalement concentrées sur l'actionnement d'une seule articulation ou sur des systèmes comportant jusqu'à deux degrés de liberté (DOF), l'actionnement combiné du coude et du poignet, y compris la pronation-supination de l'avant-bras, dans un exosquelette reste largement inexploré. Pour combler cette lacune, cette thèse s'est concentrée sur la proposition d'une solution de conception à câbles pour actionner simultanément les articulations du coude et du poignet.

Grâce à une conception minimaliste, le câble peut être facilement remplacé, ce qui garantit la fonctionnalité et la réparabilité à long terme de l'exosquelette. La faisabilité d'une conception interdisciplinaire a été étudiée théoriquement à l'aide d'une modélisation cinématique. De plus, le prototype a été fabriqué et testé sur un sujet humain. Une boucle de rétroaction fermée est fournie par des capteurs IMU (Inertial Measurement Unit) à 9 axes placés sur l'épaule, le bras, l'avant-bras et le poignet. Cette rétroaction a permis de suivre efficacement la trajectoire cible dans l'espace 3D. Dans l'ensemble, cette étude démontre la faisabilité et l'efficacité de l'exosquelette et sa capacité à suivre les trajectoires des exercices de rééducation et des activités de la vie quotidienne.

Title : Development of a Cable-Driven Upper-Limb Exosuit for Rehabilitation and Activities of Daily Living

Keywords : Cable-driven exosuit, Rehabilitation robotics, Upper-limb assistance, Elbow-Wrist exosuit.

Abstract : Cable-driven exosuits are emerging as an effective solution for upper limb rehabilitation, offering lightweight, flexible, and customizable assistance. While prior research for upper limb rehabilitation has primarily focused on single-joint actuation, or systems with up to two degrees of freedom (DOF), the combined actuation of the elbow and wrist, including forearm pronation-supination, within an exosuit remains largely unexplored. Addressing this gap, this thesis focused on proposing a cable-driven design solution to actuate the elbow and wrist joints together. By keeping the design minimal, the cable could be easily replaced, offering long-term functionality and reparability of the exosuit.

A cross-subject design feasibility was investigated theoretically with kinematic modelling. Further, the prototype is fabricated and tested on a human subject. A closed-loop feedback is provided with 9-axis Inertial Measurement Unit (IMU) sensors placed on the shoulder, upper arm, forearm and wrist. This feedback enabled tracking the target trajectory in 3D space effectively. Overall, this study demonstrates the feasibility and effectiveness of the exosuit and its trajectory tracking ability for trajectories of rehabilitation exercises and activities of daily living.