

補助事業番号 2019M-134
補助事業名 2019年度 家庭用水道水圧で駆動される腰補助用装着型アシスト装置の
開発 補助事業
補助事業者名 広島市立大学大学院 小嵯貴弘

1 研究の概要

装着型アシスト装置は、ロボット技術により装着した人間の動きに合わせて動作し、身体の負担を軽減する装置である。本研究では、家庭用水道水圧を動力源とするゴム人工筋をアクチュエータとして用いた、腰補助用の装着型アシスト装置の試作を行った。アシスト装置の構造としては、ケーブル駆動機構を採用した。一般にケーブル駆動タイプは、硬い外骨格をアクチュエータで駆動するタイプに比べ、動きやすさに優れる。また、アシスト装置に対して制御システムを構築し、被験者実験により基本性能の確認を行った。

2 研究の目的と背景

近年、少子高齢化の進展が労働力不足を引き起こし、労働者個々への負担が次第に増加している。このような背景から、装着型アシスト装置は、身体的負荷がかかる作業、例えば荷積、介護などを支援する一つ的手段として期待されている。装着型アシスト装置は、装置に搭載されたアクチュエータによる力が、装着した人間に伝達されることで、動作を支援することができる。

本研究では、家庭用水道水圧で駆動される腰補助用装着型アシスト装置の開発を目的とする。この装置では、軽量の柔軟素材で構成され、対人安全性に優れたゴム人工筋をアクチュエータとして用いる。また、水道水圧を主動力源として用いるため、ポンプ等が不要で低消費電力であるなどの利点も有する。現在の装着型アシスト装置の主流は、装着者の身体に密着させた硬いフレームをアクチュエータで駆動することにより補助を行う外骨格タイプである。一般に外骨格タイプは、身体の拘束が強く、また、外骨格の関節と装着者の関節にずれがあると適切に補助されないことがある。そこで、本研究では、外骨格タイプに比べて特に動きやすさに優れたケーブル駆動機構を採用し、水圧ゴム人工筋を用いたケーブル駆動タイプの腰補助用装着型アシスト装置を試作するとともに、それに対して制御システムを構築して基本性能を実験で検証する。

3 研究内容

(https://www.mc.info.hiroshima-cu.ac.jp/mc_public/index.php/research/)

一般にゴム人工筋は、柔軟なゴム製チューブを網状繊維で覆った構造であり、内部に作動流体を供給すると収縮し、力を発生させることができる。ゴム人工筋は、出力／重量比が高く、また、柔軟構造であるため人に対して安全性が高く、装着型の装置に適する。本研究では、この人工筋をアクチュエータとして用いた。

本研究の試作機を図1に示す。図1のように、アシスト装置の装着者の背部に、水道水圧で駆動されるゴム人工筋を搭載した。人工筋の一端はフレームに固定し、もう一端にケーブルを接続した。ケーブルは、腰部、大腿部に取り付けた自作部品を通して装着者の背部から大腿部の裏まで張り渡し、ケーブルの末端を膝裏付近で固定した。ケーブルの長さは調節可能である。人工筋が収縮すると、ケーブルが人工筋に引っ張られ、装着者の腰の動作を補助できる。

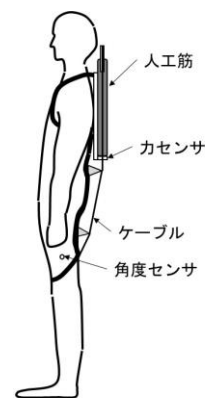


図1 アシスト装置試作機

このアシスト装置の制御のため、ケーブルの張力、大腿部の角度がそれぞれセンサを用いて検出される。人工筋の動力源は家庭用水道水圧であり、人工筋に供給される水の流量及び排出される水の流量は、比例制御バルブを用いて調節される。各センサの出力信号は、A/D変換器を介してPCに取り込まれる。PC上では、後述する制御アルゴリズムが実行され、バルブの操作電圧が算出される。この電圧信号は、PCからD/A変換器を通してバルブへと送信される。

図2に、試作したアシスト装置に対して構築した制御システムを示す。センサによって得られた装着者の関節角度を、簡略化した人体モデルに代入し、姿勢維持に必要な関節トルクを算出する。このトルクを、本研究で導出したアシスト装置のモデル式に代入し、ケーブル張力の目標値を求める。この目標値に追従するように、人工筋の制御が実行される。

本研究では、図2の制御システムを実装したアシスト装置試作機の基本性能を検証するため、実験を行った。実験では、被験者が実際にアシスト装置を身体に装着した状態で、装置の制御を実行し、膝の屈伸動作を行ったときのケーブル張力等を記録した。実験の結果、ケーブル張力の測定値は目標値に追従できており、装着者の動作に応じてアシスト装置が制御されることが確認された。



図2 アシスト制御システム

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

本研究では、身体の負担を軽減することを目的とした、家庭用水道水圧で駆動される腰補助用装着型アシスト装置の一形態を提案し、基本性能を確認した。本研究は、その開発の端緒であるため、解決すべき課題は未だ残されているものの、今後も研究を進め、装置の更なる改善を図っていけば、将来、介護や農作業などの現場で、特に耐水安全性が必要とされる場面での活用が期待できる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

研究代表者は、過去の研究において、空気圧駆動式の腰補助用アシスト装置や水圧駆動式の肘補助用アシスト装置を開発してきたが、いずれも外骨格タイプであるため、動作中にアシスト装置の関節と装着者の関節のずれが生じることや、動き難さが課題であった。その課題を解消する一つの方策として、本研究では、ケーブル駆動機構を用いた装着型アシスト装置を提案することができた。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

小嵯貴弘, 関敏伸, 李仕剛, 「腰補助用装着型アシスト装置のための腱駆動機構の設計」, 日本機械学会 中国四国支部 第58期総会・講演会 講演論文集, 12c3 (2020)

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

該当なし

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 広島市立大学大学院情報科学研究科（ヒロシマシリツダイガクダイガクインジョウホウカガクケンキュウカ）

住 所： 〒731-3194

広島市安佐南区大塚東3-4-1

担 当 者： 准教授 小嵯貴弘（コサキタカヒロ）

担 当 部 署： システム工学専攻（システムコウガクセンコウ）

E - m a i l : t-kosaki@hiroshima-cu.ac.jp

U R L : https://www.mc.info.hiroshima-cu.ac.jp/mc_public/