

報告日：R2年3月22日
報告者：津山工業高等専門学校
機械システム系
趙 菲菲

1. 研究概要

(和文)

(1) 課題名 介護者のための腰支援システムの開発

(2) 研究者氏名、職名 趙 菲菲、准教授

(3) 研究概要

近年、日本では高齢化社会が進行しており、専門的な知識を要する介護者の数が不足している事が問題となっている。また、介護者が高齢者を持ち上げるなどといった腰部に大きな負担がかかる屈曲動作が原因で、介護中において介護者が腰痛を発症する問題が発生している。本研究では、衣服のように着用でき、湿度が高い環境下でも腰支援を行うことができる介護者用パワーアシスト装置の開発を目指している。また、アクチュエータへの空気流量の調整を行うためにサーボ弁、マイクロコンピュータを用いた制御システムの作製も行う。

(4) キーワード

腰痛、ウェアラブルパワーアシスト装置、空圧、アクチュエータ、マイクロコンピュータ

(英文)

(1) Research title

「Improvement of Wearable Power Assist Wear for Low Back Support using Pneumatic Actuator」

(2) Name of researcher with title of position

Cho feifei Associate professor

(3) Summary

This research focus on developing a safe, lightweight, power assist device that can be worn by people during lifting or static holding tasks to prevent them from experiencing low back pain (LBP). There is a problem that a caregiver develops low back pain while lifting up and carrying elderly people and caring for them. In

this research, we aim to develop a power assist device that can be worn like clothes and can support waist. Therefore we developed control program of using a sensor developed in previous study. In addition, we performed the improvement around the control unit including the change of a control device case and the microcomputer.

(4) Key Words

Low back support, Wearable power assist wear, Pneumatic, Actuator, Microcomputer

2. 本研究の意義、特色

近年、日本では医療技術の進歩による平均寿命の延伸と少子化の進行により高齢化社会に入った。高齢化社会の進行や障害者の増加にともない介護ニーズが高まっている。介護者には専門的知識が必要なため、介護者の増員は容易ではない。家庭内での介護者が増えている。そこで、以下の問題が考えられる。

介護者が高齢者を持ち上げたり入浴させたり重いものを運んだりするため大きな負担が腰にかかり、腰痛を発症するという問題が発生している。既存の補助装置には、高価および高湿度環境に弱いなどの問題があるため、本研究で開発された装置で以上の問題点を補う。

3. 実施した研究の具体的内容、結果

近年、日本を含む世界の先進国では医療技術の進歩による平均寿命の延長と少子化の進行により、高齢化社会を迎えた。これからも高齢者人口は増加を続け、2040年に3,921万人まで増加すると予想されている。そして、総人口が減少し高齢者が増加するため総人口に占める高齢者の割合は高齢者人口のピークである2043年以降も上昇を続けると推測される。また、18歳以上の障害者に関しては、2016年度における18歳以上の障害者（肢体不自由者）は428.7万人であり、2006年の357.6万人、2011年の386.4万人、これらを比べると年々増加していることがわかる。これらのことから、高齢化社会の進行や障害者の増加にともない介護者の需要が高まっている。しかし、介護者には専門的知識が必要となり、介護者の増員は容易ではない。そのため、高齢化社会が進行する中で、専門知識を有する介護者の数が足りないという問題が深刻になっている。また、介護者が高齢者や障害者を介護する際、要介護者を持ち上げたり運んだりすることで腰に大きな負担がかかり腰痛を発症する問題が発生している。

介護の現場では、要介護者を入浴させるなど水に触れる場所での作業も考えられる。加えて、浴室のような高湿度環境の大半は小スペースであるため、限られている環境で使用可能な腰支援システムを構築する必要がある。したがって、小型、軽量、防水性能を持つ腰支援システムの構築が必要不可欠である。また、人間の体に着用するパワーアシスト装

置を設計するためには、その装置の安全性と使いやすさが考慮されるべきであり、これは非常に重要な点であるため、本研究では空気圧アクチュエータを用いて腰支援システムの開発を行う。空気圧を用いる装置の中で、空気圧シリンダなどの空気圧アクチュエータは合成素材から成るため軸方向以外に柔軟性がない。これに対してアクチュエータ本体も柔軟なものを、ソフトアクチュエータと呼ぶ。ソフトアクチュエータは全ての運動方向における慣性、粘性および剛性が小さいアクチュエータであり、たとえばゴムを素材とした空気圧で駆動する空気圧柔軟アクチュエータはソフトアクチュエータの代表例と言える。本研究の腰支援システムは体に装着して使うものであるため、柔らかい空気圧柔軟アクチュエータを用いた。

図1は設計・製作されたパワーアシスト装置の構成図である。この装置駆動システムは、装置本体の小型・軽量化をコンセプトとして考案されているため、マイクロコンピュータや小型疑似サーボ弁を使用している。また人体の動作とアクチュエータの動作を読み取るためのセンサとして、上体の傾斜角度を読み取る加速度センサ、物を持ち上げる際に出力される筋電位を読み取るEMGセンサ、アクチュエータ内の空気圧を読み取る圧力センサの3種類のセンサを使用している。

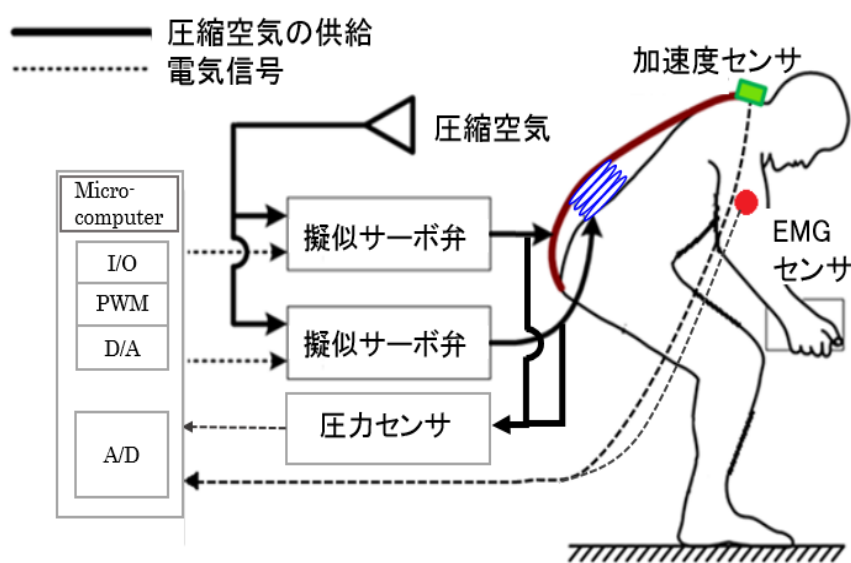


図1. パワーアシスト装置構成図

本装置は高湿度環境での使用は想定されているため、マイコンボードと角速度センサよりも安定した測定を行うことが出来るワイヤ式ポテンショメータが格納する防水ケースを追加した。そこで、格納ケースを本体：ポリプロピレン、フタ：ポリエチレンのタッパーに変更して、ケースのサイズを大きくすることにした。このケースは一般的に食品の保管などに用いられるため密閉状態を保つことができ、かつサイズのバリエーションが豊富であるため、今後改良の必要性が出たとしても容易にケースの変更が可能となり、かつ軽量である。しかし、現在の状態ではコントローラーの組み込み中で完全防水処理を行っていないため、さらなる防水処置を施す必要がある。

アクチュエータへ実際に搭載し、長さの変化に対して正常にプログラムが動作するかを確認する実験を行った。ここでは、実際に腰支援システム本体に搭載して伸長型アクチュエータへの供給圧力を制御し、空気圧はポテンシオメータの長さに応じて制御を行う。腰支援システム概要図を図2に示す。

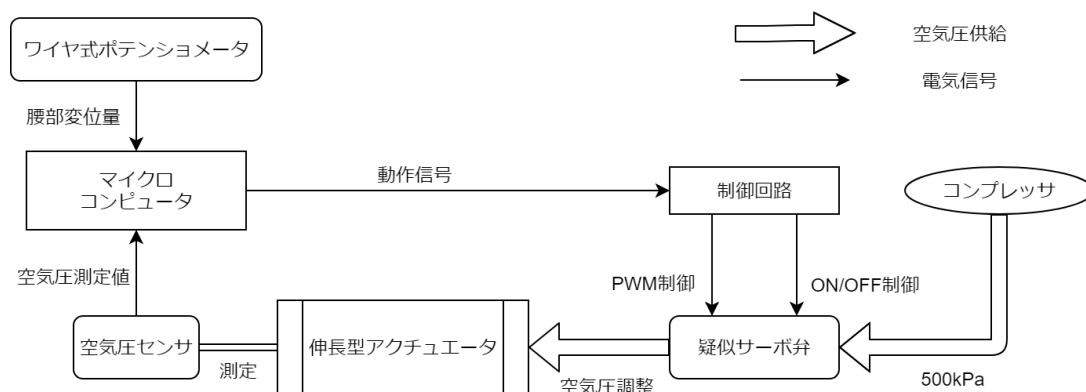


図2. 腰支援システム概要図

動作の目標として、まず過去の研究で達成できなかった5段階の空気圧制御を目標とした。空気圧を100kPaごとに区切り5段階の目標値を設定した。ON/OFF制御のフローチャートについて説明する。まずポテンシオメータにより身長変化量の測定を行う。ポテンシオメータの測定は50回連続で行い、その平均値をもって身長変化量を確定する。つぎにこの測定した平均値によって試行錯誤により決定した目標値を設定する。目標値は、100kPa, 200kPa, 300kPa, 400kPa, 500kPaの5段階で設定し、次に伸長型アクチュエータ内部の圧力をセンサによっておおよその範囲で測定する。この2つの測定値を用いて偏差を計算し、偏差が正の値であった場合にはデューティ比60%で空気圧印加を行い、負の値であった場合にはデューティ比50%で空気圧排気を行うという流れで制御を行った。今回は主に動作プログラムの作成に取り組み、コントローラ部の防水処理も行った。これらの完成により、腰支援システムの最低限の動作及び今後の拡張性を改善した。システム面では、最適な制御方式の提案・作成・改良を行った。過去の研究で使用された制御方式を基にプログラムを作成し、実験を行った。今回の結果としては、ウェアラブル追従性の高い結果となったが、商品化にはやや難しいと考えられるため、現場での普及が課題として挙げられる。

4. 本研究を実施したグループに属する主な研究者の氏名、職名

趙 菲菲・(独) 国立高等専門学校機構 津山工業高等専門学校 総合理工学科
機械システム系・准教授

5. 研究実施時期

H30年4月1日からR2年3月31日まで

6. 本研究に関連して発表した主な論文等

7. 内外における関連研究の状況

類似研究は国内外にてあるが、高湿度環境下で使用できる着脱容易な介護者のための腰支援システムはまだ見当たらない。

8. 今後の発展に対する希望

今後の課題として、商品化をし、現場で利用できるように実現するのが望ましいが、未だに研究の途中である。今後は目標達成に向けて引き続き研究を継続する予定。