

補助事業番号 2024M-425
補助事業名 2024年度 高齢者の残存体力による自発的な起立動作を誘導する
起立支援装置 補助事業
補助事業者名 関西学院大学工学部 教授 中後大輔

1 研究の概要

本研究は介護予防の観点から、高齢者自身の残存体力を用いた起立動作を支援するロボットの開発を目的とする。そのためには、特別な知識を持たない高齢者がロボットを用いながらラフに起立動作した場合でも、ロボットは安全に、かつ高齢者が起立しようとする動作意図に沿って動作支援を実行しなければならない。そこで本研究は、人間の動作に本来生物として存在するブレを、高齢者の残存する体力を勘案して安全か否かを見極め、そのブレを許容しながら高齢者自身の意図に沿って最大限残存筋力を用いながら起立動作を支援するロボットの実現を目指した。

2 研究の目的と背景

現在の高齢社会において、起立支援は高齢者の自立した生活に必要不可欠である。既存の起立支援ロボットの多くは機械的に起立支援を行うが、人間の起立動作は常に同一ではなく、生物としてブレを内包している。そのため、固定的な起立支援をロボットが実施すると、起立動作がロボット主体となるため、自ら起立しようとする意志を弱め(依存心が生じる)、高齢者が自らの力を使わないため足腰の弱体化が進むという弊害がある。介護予防の観点からこの弊害を避けなければならない、残存する個人の生体機能を最大限活用する起立支援の実現が求められる。

3 研究内容

A. 身体安定余裕範囲の低コスト・実時間推定法の開発

A1)カセンサアレイによる姿勢変化速度計測装置

安価なカセンサをロボットにアレイ状に埋め込み、これらの力情報を時系列に統合することで使用者の姿勢(重心の位置)を推定するシステムを開発した。

A2)二関節筋モデルによる筋力出力範囲推定

起立動作に重要な広背筋、腓腹筋、大腿直筋、腹直筋、僧帽筋、大胸筋と骨格を模擬するモデル(二関節筋モデルと称する)を用いて、個々人の筋力の弱り具合を推定した。さらにその推定値を用いて、起立動作を継続して行うために必要な筋力が発揮できる姿勢の許容範囲、すなわち安定余裕範囲を得た。

B. 随意運動を行う自発的動作意志の推定手法の開発

使用者がロボットに寄りかかる力の変化の仕方を、A1で開発したカセンサアレイで計測して、使用者が意図する随意運動を推定した。

C. 自発的な動作意志に寄り添う動作支援法の開発

C1)理学療法士による支援手法の体系化

理学療法士に高齢者を起立補助してもらい、PTの支援力、高齢者の姿勢変化を測定した。さらに得られた理学療法士の支援動作を、理学療法士が高齢者をどのように誘導したいのか、意図別に分類して、ロボットに組み込める形で支援動作を設計した。

C2)力覚・音声による姿勢誘導法の開発

C1で得た支援動作の誘導意図を使用者にわかりやすく提示するため、支援動作の速度プロファイル(速度の時系列変化の仕方)を動作開始後25%に速度のピーク値が来るように設計し、特別な声かけをしなくても使用者の姿勢を無意識的に誘導できるようにした。

以上の技術A,B,Cは試作ロボットに実装され、ロボット単体で起立支援動作を実行できることを確認した。

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本ロボットは全介助を要するほど要介護度が重くはないが、半介助を要する高齢者にとって魅力的なソリューションになる。また、各要素技術A,B,Cは人間支援ロボットに幅広く適用できると考えられる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

申請者は従来、本研究の基盤となる人間の筋骨格を考慮した解析技術、人間の生物学的な癖を利用した意図推定技術、人間協調ロボットの制御技術などのシーズ技術の研究開発に取り組んできた。本研究は、それらのシーズ技術をロボット単体で機能するように、使いやすい形でロボットに実装するためにはどのような方策が必要か？について取り組んだものである。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

The 51st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society(第51回 IEEE 産業電子学会年次大会, 2025年10月にスペイン・マドリッドで開催予定)に投稿中

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

起立支援ロボット

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

要素技術A,B,C

(2026年前半時期に論文公開予定のため、そこへリンクを張る形で公開予定)

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 関西学院大学（カンセイガクインダイガク）

住 所： 〒669-1330 兵庫県三田市学園上ヶ原1番
（ヒョウゴケンサンダシガクエンウエガハライチバン）

担 当 者： 安陪 知恵子（アベチエコ）

担 当 部 署： 研究推進社会連携機構事務部
（ケンキュウスイシンシャカイレンケイキコウジムブ）

E - m a i l : <https://chugolab.com/contactus> （中後先生HPのお問合せフォーム）

U R L : <https://www.kwansei.ac.jp/index.html> （関西学院大学）

<https://chugolab.com/> （中後研究室）