

補助事業番号 2017M-138

補助事業名 平成29年度 被介護者の機能性着衣システムに基づいた多自由度移動ロボットによる介添動作支援機器の開発 補助事業

補助事業者名 慶應義塾大学 村上俊之研究室

1 研究の概要

日常生活動作(ADL: Activity of Daily Living)を網羅した動作支援を行うことは健康寿命の引き延ばしに有用である。本研究課題で目指している多自由度移動ロボットによる介添えシステムでは、人の動作支援を行うにあたって移動ロボットが把持する適切な把持箇所を人の動作モデルから定めている。また、その把持位置を被介護者の着衣に埋め込み、同時に把持位置と人の動作が連動する機構を着衣に埋め込むことによって、被介護者の装脱着負担を軽減できる動作支援システムを実現することを目的としている。この概念に基づき、本件研究課題では人工指による把持動作支援制御および転倒防止支援制御の実機検証を行った。

2 研究の目的と背景

高齢化社会に向けて、自立生活を支えるためのパワーアシスト機器の開発が強く望まれている。特に、小型で取り扱いが容易な機器の開発に多大な関心が寄せられている。現状でも装着型のパワーアシスト機器として様々な用途に応用可能な機器が開発されているが、操作性や安全性に関しては未だ十分であるとは言い難く、残念ながら装脱着が容易で長時間利用の可能な機器システムは見られない。そのため、一般家庭において独居高齢者が独自に利用している例は見られず、固定された突っ張り棒の設置等により歩行の支援を行う程度に留まっている。本研究課題で実現を目指す介添動作用着衣システムとそれに基づいた多自由度マニピュレータによるパワーアシスト制御は、利用者の利用負担を極力減らすことが可能と考えられ、虚弱高齢者(特に大きな障害ではなく、体力の低下等で移動が困難となっている高齢者)に対する支援に多大に貢献でき、健康寿命の引き上げにもつながる産業・社会的なインパクトも期待できるものである。

3 研究内容

(1) 人の動作モデルに基づいた機能性着衣の開発 (<http://www.fha.sd.keio.ac.jp>)

本課題については、図1に示すような指動作の支援制御に焦点をあて、手の状態に応じて人工指によって把持力の支援制御を行うアルゴリズムを確立した。人の動作支援においては、人の意志を尊重しつつ、動作の安定性や効率を向上することが必要であり、提案アルゴリズムによって、人に違和感を与えずに把持力の支援制御を行うことが実現できている。提案アルゴリズムについては、人工指だけではなく人の動作支援制御全般に適用可能であり、今後全身動作の支援システムへと拡張をはかる予定である。

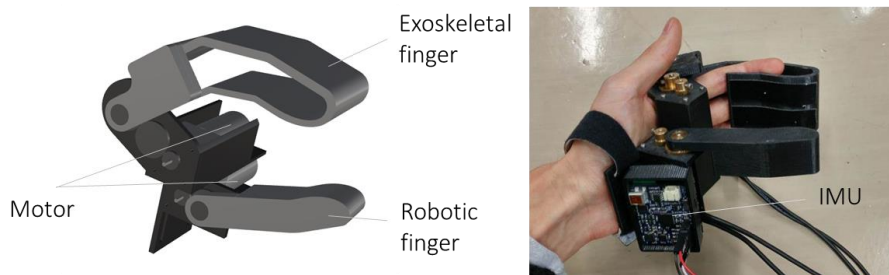


図1: 把持力支援型の試作機

(2) 多自由度移動ロボットの開発

人の動作支援のためのロボット開発において、安全性を向上させることは第一の課題となる。そのため、本研究課題では図1および2に示すような柔軟機構を含む移動ロボットならびに多自由度マニピュレータの製作を行い、衝撃緩和を達成すると同時に、不必要な振動を発生せずに所望の動作を実現するための制御システムの設計を行った。衝撃緩和については、力センサレスで十分に安全性を確保できることが実験的に確認できており、人の生活空間での利用が可能であることが示している。

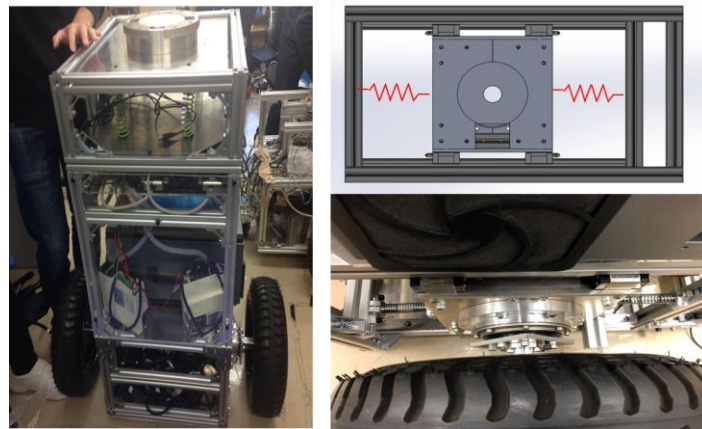


図2: 柔軟機構を含む移動ロボットシステム

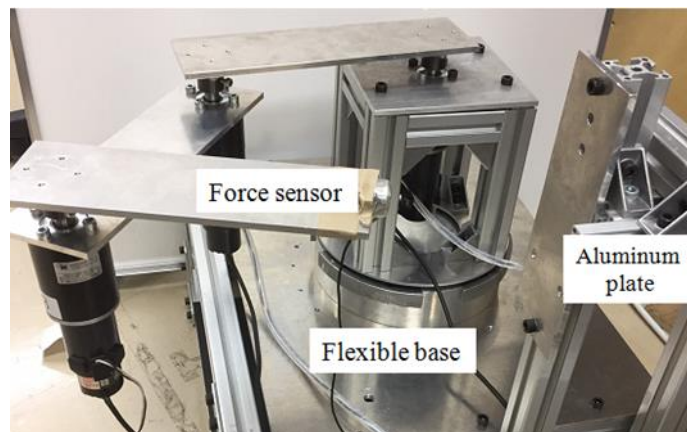


図3: 柔軟機構を含む多自由度マニピュレータシステム

(3) 機能性着衣と移動ロボットの融合化

本研究課題では、人の転倒動作を防ぐための支持機構(ベルト着衣服)を製作し、柔軟機構を有する移動マニピュレータ(図4)により転倒防止制御が行えることを実験的に検証した。

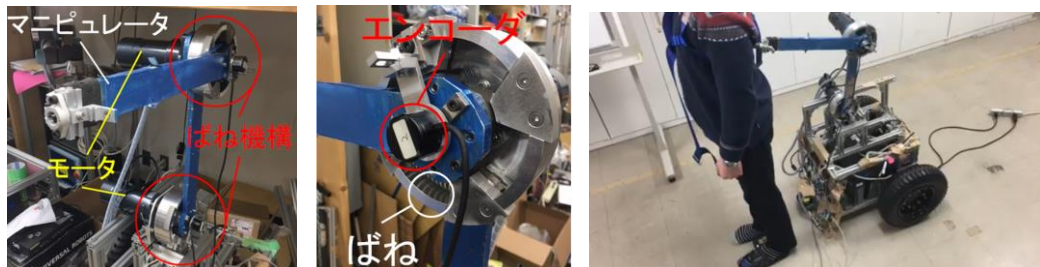


図4:ばね機構を有する移動マニピュレータの機構外観と転倒防止支援

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

人の生活空間において安全な動作支援制御を行える移動マニピュレータシステムでは、今回の課題の実験例で示した通り、転倒防止などの安全向上制御を行うことができる。また、人工指では把持動作の安定化が実現できる。こうした結果より、日常生活動作において動作の安定化や向上をロボットシステムによって支援することが可能であり、提案したロボットシステムや制御アルゴリズムは、今後の高齢化社会において安全・安心のための、自立生活の支援に活かすことが可能であると考えている。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

本研究課題を実践した当該研究室では、人の動作モニタリングや支援制御について、10年近く手掛けており、今回の研究においては人の動作支援制御アルゴリズムの大きな展開が行えたと考えている。また、大学院生も多くかわり、人工指の開発に関しては、教歴・研究歴の流れにおいても今後の方針を定める基礎的な開発を行うことができている。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

1. Y. Nakamura, T. Nozaki and T. Murakami, "Automated Deceleration System Considering Driving Resistance Based on Pedestrian's Forecast Position, IEEJ International Workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization, V3-1, 2018. (JKA謝辞あり)
2. 小笠原啓太, 村上俊之, "カルマンフィルタを用いたIMUによる歩行動作解析", II-67, 平成29年電気学会産業応用部門大会, 2018.
3. H. Kimura, R. Mori and T. Murakami, "Analysis and Evaluation of Fall Prevention Assist Related with the Angle of Trunk", IEEE IECON2017, pp8255-8260, 2017.
4. K. Kamiyama and T. Murakami, "An Approach to Energy Harvesting Considering Passive

- Action during Walking”, IEEE 12th France–Japan Congress on Mechatronics, pp271–276, 2018.
(JKA謝辞あり)
5. K. Sekiya and T. Murakami, “Motion Control Considering Fusion of Mechanical and Virtual Impedance in Mobile Robot Systems”, IEEE 12th France–Japan Congress on Mechatronics, pp361–366, 2018. (JKA謝辞あり)
 6. T. Ishikawa and T. Murakami, “Real–Time Foot Clearance and Environment Estimation based on Foot–Mounted Wearable Sensors”, IEEE IECON2018, pp3304–3309, 2018.(JKA謝辞あり)
 7. Y. Tawaki and T. Murakami, “Verification of the Knee Exoskeleton Controller using Novel Gait Phase Detection Method”, IEEE IECON2018, pp5475–5480. (JKA謝辞あり)
 8. K. Fukutoku, T. Nozaki and T. Murakami, “Measurement Method of Joint Moments for Limbs During Walking with Wearable Sensors”, IEEE International Workshop on Sensing, Actuation, Motion Control and Optimization, pp1–2, 2019
 9. T. Okano, K. Ohnishi and T. Murakami, “Variable Slave Force Gain for Oblique Coordinate Control Under the Presence of Time–delay”, IEEE International Conference on Mechatronics, pp249–254, 2019.(JKA謝辞あり)
 10. W. Lyu and T. Murakami, “Bilateral Control between Manipulators with Different Structure Considering Fluctuation of Equivalent Mass Matrix”, IEEE International Conference on Mechatronics, pp370–375, 2019.(JKA謝辞あり)
 11. X. Sun, T. Nozaki, T. Murakami and K. Ohnishi, Multiple Motion Combined Grasping Point Estimation Method Based on Saved Motions and Depth Data in Motion Reproduction System”, IEEE International Conference on Mechatronics, pp471–476, 2019.(JKA謝辞あり)

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

(1)補助事業により作成したもの

平成29年度 被介護者の機能性着衣システムに基づいた多自由度移動ロボットによる介添動作支援機器の開発 補助事業 報告書(50項+関連論文)

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

http://www.fha.sd.keio.ac.jp/JKA2017/2017jka_report-chukan2.pdf

http://www.fha.sd.keio.ac.jp/JKA2017/2017jka_report-final.pdf

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 慶應義塾大学 理工学部 村上俊之研究室

(ケイオウキジユクダイガク リコウガクブ ムラカミシユキケンキユウシツ)

住 所: 〒223-8522

神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1

担 当 者: 教授 村上俊之(キョウジユ ムラカミシユキ)

担当部署: システムデザイン工学科(システムデザインコウガクカ)

E-mail: mura@sd.keio.ac.jp

U R L : <http://www.fha.sd.keio.ac.jp>