

未来社会創造事業 探索加速型  
「次世代情報社会の実現」領域  
年次報告書(探索研究期間)

令和3年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：金広 文男]

[産業技術総合研究所 AIST-CNRS ロボット工学連携研究ラボ・連携研究ラボ長]

[研究開発課題名：物理的接触の遠隔化によるレジリエントな社会の実現]

実施期間：令和4年4月1日～令和5年3月31日

## §1. 研究開発実施体制

(1)「動作理解・再現技術」グループ(産業技術総合研究所)

① 研究開発代表者:金広 文男 (産業技術総合研究所 AIST-CNRS ロボット工学連携研究ラボ、連携研究ラボ長)

② 研究項目

- ・異なる身体構造をもつロボットへの接触動作リターゲティング
- ・触覚情報に基づいた安全な制御

(2)「触覚センシング技術」グループ(産業技術総合研究所)

① 共同研究者:延島 大樹 (産業技術総合研究所 人間拡張研究センター、主任研究員)

② 研究項目

- ・マルチモーダル分布センサ設計手法および製造手法の確立
- ・超高解像度圧力センサシートによる表面プロファイル及び質感評価手法の確立
- ・ロボット体表面への実装方法の開発

(3)「安全基準の策定」グループ(産業技術総合研究所)

① 共同研究者:尾暮 拓也 (産業技術総合研究所 インダストリアル CPS 研究センター、主任研究員)

② 研究項目

- ・介護アバターのコンセプト探索

## §2. 研究開発成果の概要

本研究開発では介護者が遠隔から介護アバターを操作して、介護アバターに被介護者との物理的接触を代行させる遠隔物理介護サービスにより、感染症に対してレジリエントな社会を実現することを目指し、(1)触覚センシング技術、(2)動作理解・再現技術の開発、(3)安全基準の策定に取り組んでいる。

触覚センシング技術の開発では、接触時の圧力分布計測に加えて対象の温度や質感を捉えるためのセンサのマルチモーダル化に継続して取り組んだほか、特に繊細な触覚センシングが求められる手指部分へ「人の持つ触覚」と同程度の空間分解能を持たせるための圧力分布センサの高解像度化を図った。また触覚センサをロボット体表面の複雑形状へ立体的に実装するための基盤技術の開発を行った。

動作理解・再現技術の開発では、躍度最小モデルに基づいて人動作を予測することにより、通信遅延や制御計算による遅延を低減する低遅延遠隔操作技術<sup>1)</sup>、システムのパフォーマンスを犠牲にせず安全性を確保可能な安全余裕付きの加速度ベースアドミッタンス制御などの安全制御

技術、ロボット体表面の形状を B スプライン曲面で近似することで圧力センサシートの出力と体表面上の位置とを対応づける校正手法 2)の開発に取り組んだ。

安全基準の策定では、ディペンダブルリフトの介助者レスを実現する上で主要なリスクと想定される転落に対応するための安全方策のシミュレーションおよび実装を行った 3)。またリスクアセスメントの元となるディペンダブルリフトの自動走行化のコンセプト設計と市場調達品調査を行った。さらに、スコープを広げるために当リフトの他に市場にある別の離床用リフト製品を検討に加えて、そこで有人で行われるタスクが約 40 種の基本動作の組み合わせで出来ていることを分析した。

#### 【代表的な原著論文情報】

- 1) Antonin Dallard, Mehdi Benallegue, Fumio Kanehiro, Abderrahmane Kheddar, “Synchronized Human-Humanoid Motion Imitation,” in IEEE Robotics and Automation Letters, 2023 (accepted)
- 2) Sélim Chefchaoui Moussaoui, Rafael Cisneros-Limón, Hiroshi Kaminaga, Mehdi Benallegue, Taiki Nobeshima, Shusuke Kanazawa, Fumio Kanehiro, “Spatial Calibration of Humanoid Robot Flexible Tactile Skin for Human-Robot Interaction,” in MDPI Sensors, 2023.
- 3) 尾暮 拓也, 中坊 嘉宏, 「骨盤支持式の立ち上がりリフト「ディペンダブルリフト」の開発」, LIFE2022 講演予稿集, pp. 670-673, LIFE 実行委員会, 2022 (査読なし)