

様式 C - 7 - 1

## 令和元年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

機関番号	14603	
所属研究機関名称	奈良先端科学技術大学院大学	
研究 代表者	部局 職 氏名	先端科学技術研究科 教授 小笠原 司

1. 研究種目名 基盤研究(A)(一般) 2. 課題番号 19H01124

3. 研究課題名 マルチモーダルタッチケアロボットの開発と心理学的検証

4. 研究期間 令和元年度～令和4年度 5. 領域番号・区分 -

## 6. 研究実績の概要

本年度は以下の研究内容に取り組んだ。

(1) 触覚によるインタラクション技術開発では、触覚によるインタラクション技術に関して、心理ストレスと精神的ストレスの指標を評価可能な計測センサを予備実験により絞り込んだ。また、先行研究の成果をもとに、タッチケアロボットハンドのプロトタイプを作成した。さらにプラットフォームシステム構築に向けて、マニピュレータとハンドの統合について検討を行った。また、「なでる・さする」動作を計画・実行するタッチケア制御技術に関して、視覚センサで推定された不確実な外部形状情報と、実際に触れることで得られる触覚センサで推定された内部形状情報を統合するアルゴリズムと、統合された推定形状の不確実性に基づいて触覚探索動作を計画・実行する手法を開発した。簡易的な数値シミュレーションにおいて、提案手法の有効性を確認した。

(2) 視覚・聴覚によるインタラクション技術開発に関しては、聴覚刺激提示に関して、これまで研究を進めてきた対話によってロボットと人間の信頼関係を構築することを目的とし、ロボットによる「話しながらなる」というマルチモーダルインタラクションが、人に与える心地よさの変化を検証した。まず、人が実際に「話しながらなる」振る舞いを記録・解析することにより、人らしい振る舞いをモデリングし、そのモデルにより、人のように「話しながらなる」ことができるロボット動作モデルの構築を試みた。さらに、聴覚・触覚と合わせて、視覚が与える影響を調査するために、バーチャルリアリティ(VR)および、拡張現実感(AR)アバターによる「話しながらなる」動作を行うシステムの開発に着手した。

(3) マルチモーダルタッチケアの心理学的検証に関しては、視覚・聴覚によるインタラクション技術開発の項目で開発した対話方法に関して、被験者実験による心的変容の主観的・客観的の予備評価実験に着手した。

## 7. キーワード

インタラクションロボット タッチケア マルチモーダル 生体情報計測

## 8. 現在までの進捗状況

区分 (2) おおむね順調に進展している。

## 理由

触覚によるインタラクション技術開発、視覚・聴覚によるインタラクション技術開発、マルチモーダルタッチケアの心理学的検証の3つの項目に関して研究を進めているが、各項目とも順調に成果を出している。

触覚によるインタラクション技術開発に関しては、従来開発までのマニピュレータをマニピュレータに統合したシステムの試作まで行うことができた。この試作システムに聴覚の統合まで試作することができて、プラットフォームシステムのプロトタイプを構成することができた。

視覚・聴覚によるインタラクション技術開発に関しては、人の「話しながらなる」動作の解析より構築した動作モデルを用いて、人のように「話しながらなる」ことができるロボットを実装した。そのロボットを用いて(1)「なでる」、(2)「話す」、(3)「話しながらなる」の3種類の動作について、人に与える心地よさを、アンケートとアフェクト・グリッドによる主観的指標、スキンコンダクタンスと筋電位による客観的指標により評価する。22名で実験を行なった結果、主観的評価・客観的評価とともに(3)「ながら話す」が(1)「なでる」よりも有意に心地よさと覚醒度を向上させる結果となった。このことから、より心地よいケアを実現する上で、「話しながらなる」というマルチモーダルインタラクションが有効であることが示唆された。

また、対話と触覚によるインタラクションを統合したプロトタイプシステムによる心理学的評価実験も行うことができ、初年度より、3つの項目を連携させた取り組みができたのも、大きな成果である。

## 9. 今後の研究の推進方策

引き続き、3つの項目での検討事項については個々に研究に取り組むとともに、項目間の連携を常に意識しつつ研究に取り組む。触覚によるインタラクション技術に関して、人の手を模したハンドの改良を行う。人体の形状にそった「なでる・さする」滑らかな動作が可能なハンドを目指す。また、心理ストレスと精神的ストレスの指標を評価可能な計測センシング手法を検討する。「なでる・さする」動作を計画・実行するタッチケア制御技術に関して、形状推定の不確実性に対応したなぞり動作の計画・実行手法については、その手法の確立をめざす。さらに、人の手を模したハンドとマニピュレータによりタッチケア動作システムを構築するとともに、視覚・聴覚機能を統合したタッチケア動作のためのプラットフォームシステムの構築を行う。視覚・聴覚によるインタラクション技術開発に関しては、令和元年度「なでる」動作速度と「話速」を決定し、心地良さの評価を行なったが、より心地よいケアの実現のために、最も心地よい「なでる」動作速度と「話速」の組み合わせの調査が必要である。また、視覚情報などを組み合わせることで、さらなる心地よさの向上を図ることができると考える。

そして、人の五感に訴えかけるマルチモーダルタッチケアロボットの開発を行い、タッチケアロボットの効果を生体情報計測に基づく心理学的評価により検証する。

## 10. 研究発表（令和元年度の研究成果）

## 〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著論文 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Suguru Honda, Taishi Sawabe, Shogo Nishimura, Sato Wataru, Yuichiro Fujimoto, Alexander Plopski, Masayuki Kanbara and Hirokazu Kato	4. 卷 -
2. 論文標題 Evaluation of Relationship between Stroke Pace and Speech Rate for Touch-Care Robot	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of 7th annual International Conference on Human-Agent Interaction	6. 最初と最後の頁 283-285
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） DOI: 10.1145/3349537.3352793	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Taishi Sawabe, Suguru Honda, Yuichiro Fujimoto, Masayuki Kanbara and Hirokazu Kato	4. 卷 -
2. 論文標題 Investigation of the Human-Robot Interaction in Affective Robotics Using HRI with apparent differences in VR/AR	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 3rd International Workshop on Virtual, Augmented, and Mixed Reality for Human-Robot Interaction	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

## 〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 高松 淳, 豊島 健太, 佐野 哲也, 湯口 彰重, GARCIA Gustavo , 丁 明, 小笠原 司
2. 発表標題 ロボットによる見る・触れる動作の模倣とそれを通じた評価
3. 学会等名 第37回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名  
宮本知弥, 佐々木光, 松原崇充

2. 発表標題  
ガウス過程陰関数曲面に基づく不確実な3次元形状情報を用いた滑り動作計画

3. 学会等名  
ROBOMECH2019

4. 発表年  
2019年

1. 発表者名  
宮本知弥, 佐々木光, 松原崇充

2. 発表標題  
柔軟素材で覆われた剛体の効率的な形状推定

3. 学会等名  
第20回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会

4. 発表年  
2019年

1. 発表者名  
本多 克, 澤邊 太志, 西村 祥吾, 佐藤 弥, 藤本 雄一郎, Alexander Plopski, 神原 誠之, 加藤 博一

2. 発表標題  
マルチモーダルインタラクティプロボットにおける「なでる」動作速度と話速の関係性の評価

3. 学会等名  
電子情報通信学会 技術研究報告, クラウドネットワークロボット

4. 発表年  
2019年

[図書] 計0件

1.1. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件（うち出願0件 / うち取得0件）

1.2. 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

1.3. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

-

14. 備考

奈良先端大 ロボティクス研究室 研究紹介

<http://robotics.naist.jp/Research/topics/>

奈良先端大 ロボットラーニング研究室

<https://sites.google.com/view/naist-robot-learning-jp/>