



バーチャルマッサージロボットの動作と形状による 心理的効果

Psychological effect of motion and shape of robot hands for physical massage

加藤 優貴¹⁾, 井上 康之¹⁾, 原口 岳丸¹⁾, 田崎 良佑²⁾,
 秋月 拓磨¹⁾, 真下 智昭¹⁾, 本名 敦夫³⁾, 北崎 充晃¹⁾
 Yuki Kato, Yasuyuki Inoue, Gakumar Haraguchi, Ryoosuke Tasaki,
 Takuma Akiduki, Tomoaki Mashimo, and Michiteru Kitazaki

- 1) 豊橋技術科学大学 (〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1, katoy@real.cs.tut.ac.jp, mich@cs.tut.ac.jp)
- 2) 青山学院大学 (〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺 5-10-1)
- 3) 株式会社リッコー (〒103-0022 東京都中央区日本橋室町 2 丁目 1 番 1 号 日本橋三井タワー 6F)

概要: 本研究では, VR 空間でマッサージロボットの社会的印象に動作 (不連続, 滑らか) と手の形状 (ボール, ロボットハンド, 人の手) が及ぼす効果を社会的属性尺度 (RoSAS) で調べた。その結果, マッサージロボットが滑らかな動きをする場合の方が, より有能で暖かく快適であると認知され, ボールエンドエフェクタよりも人の手の方が, より暖かい印象を受けることが分かった。

キーワード: マッサージ, ロボット, 社会的印象, RoSAS

1. はじめに

マッサージは筋肉疲労や凝り, 慢性痛などの治療に用いられ, 日本でも一般的である。生理学的にも, 尿中コルチゾールや拡張期血圧を測定してその効果が示されている[1]。我々は, 効果的で安心安全なマッサージ療法を提供する手と腕を有するロボットを開発しているが, どのようなマッサージロボットの動作や手の形状がユーザに安心感や安全をもたらすかは分かっていない。

人とロボットのインタラクションにおける社会的印象を計測する方法として, Robot Social Attributes Scale (RoSAS) が開発され, 検証されてきた[2][3]。ロボットが人に物を渡す時の動作について RoSAS を用いた実験が行われ, ロボットが少し遅れて動き出すと温かさや快適さの社会的印象が向上し, 一方, 動きが速いと不快感を増加することが示されている[4]。

本研究の目的は, 動作パターンと手の形状がマッサージロボットの社会的印象に与える影響を調べることであった。しかし, 実際のマッサージロボットを用いた実験では危険が伴う可能性があることから, バーチャル環境で実験を行った。バーチャルリアリティ (VR) 技術を使うことで, 機械トラブルの危険性なく, さまざまなパラメータを試すことが可能となった。

2. 方法

2.1 参加者

実験に参加したのは 20 名の健常成人 (全員男性, 平均 24.33 歳, SD 4.06) であり, 実験の前に書面によるインフォームド・コンセントを得た。本実験は, 豊橋技術科学大学人を対象とする研究倫理審査委員会の承認を得て, その規則に基づいて実施された。被験者内 2x3 条件の実験計画, 中程度の効果量 ($f=0.25$), $\alpha=0.05$, 検出力 0.8 で例数設計を行うと 19 名の参加者が必要であり, それに基づき 20 名の参加者を対象とした。

2.2 装置と刺激

参加者は, ベッドに仰向けに寝て, ヘッドマウントディスプレイ (HMD, HTC Vive Pro) で 3D 光景を観察した (図 1 上)。Unity (2020) の ArticulationBody を用いてロボットアーム (Universal Robotics UR3) のモーションシーケンスを作成し, エンドエフェクタが参加者の胸部, 右大腿部, 腹部の順に 3.5 秒ずつ押すようにした。ただし, 触覚や力覚はなく, 視覚刺激のみであった。胸部, 右大腿部, 腹部の 3 カ所を移動する際のロボットの腕は「不連続」と「滑らか」の 2 つの動作パターンを設定した。不連続条件では, アームは一定の速度で移動し, 方向転換点でそれぞれ 3.5 秒間停止した。滑らか条件では, アームは方向転換点の間で余弦 ($\pi \sim 3\pi$) の速度変化で滑らかに移動した。エンド

エフェクタの形状は、「ボール」、「ロボットハンド」、「人の手」の3種類とした(図1下)。

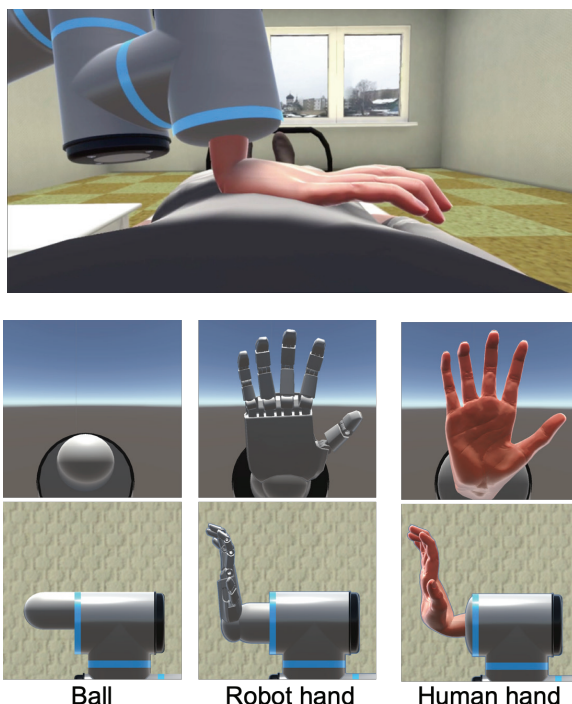


図1 (上) 参加者からみた光景, (下) エンドエフェクタの形状

2.3 手続き

被験者は各条件を観察後に、マッサージロボットの印象についてRoSAS(18項目, 9段階のリッカート尺度)に回答した。6つの条件(2つの動作パターン×3つのエンドエフェクタ形状)をランダムな順序で3回繰り返して実施した(計18試行)。

3. 結果

RoSASのcompetence(能力), warmth(温かさ), discomfort(不快感)の各スコアを用いて、二元配置反復測定分散分析(2動作パターン×3形状)を行った。能力については、動作パタンの主効果($F(1,19)=29.60, p<.001$)とエンドエフェクタの形の主効果($F(2,38)=3.88, p=.029$)が有意であり、滑らかな動きは不連続な動きよりも、人の手はボールよりも有意に有能に感じられた(図2上)。温かさについても、動作パターン($F(1,19)=22.84, p<.001$)とエンドエフェクタの形($F(2,38)=10.91, p<.001$)の主効果が見られ、滑らかな動きの方が不連続な動きよりも、人の手の方がボールやロボットハンドよりも温かく感じられた(図2左下)。不快感については、動作パタンの主効果($F(1,19)=41.58, p<.001$)のみが見られ、滑らかな動きの方が快適だと感じられた(図2右下)。

4. 考察

マッサージロボットが滑らかに動いているときは、不連

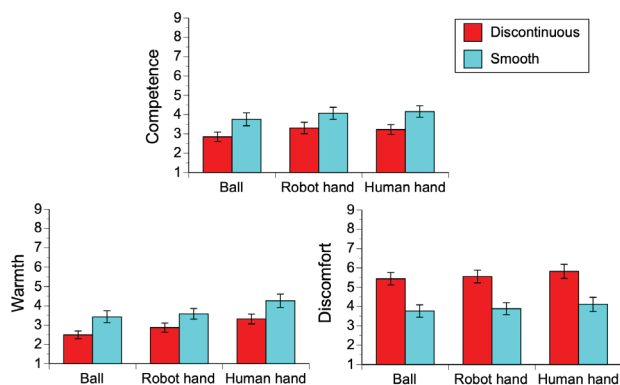


図2 RoSASの結果:(上)能力,(左下)温かさ,(右下)不快感

続に動いているときに比べて、能力が高く快適で温かい印象を与えた。さらに、人の手の方が、有能で温かみのある印象が高くなった。これらの結果は、マッサージロボットの動きは滑らかであるべきであり、そのエンドエフェクタが人の手のようにあることが望ましいことを示唆している。今後は、ロボットハンドの触力覚の効果やそれらと視覚との相互作用についても検討する必要がある。

謝辞 本研究は、JST OPERA Program Grant Number JPMJOP1834の補助を受けて行われた。

利益相反 本研究は、株式会社リッコーと豊橋技術科学大学の共同研究として行われた。また、著者の本名は株式会社リッコーの社員である。

参考文献

- [1] Moraska, A., Pollini, R. A., Boulanger, K., Brooks, M. Z., Teitlebaum, L.: Physiological adjustments to stress measures following massage therapy: a review of the literature. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 7:292069 (2010), 409–418.
- [2] Carpinella, C. M., Wyman, A. B., Perez, M., Stroessner, S. J.: The robotic social attributes scale (RoSAS) development and validation. In *Proceedings of the ACM/IEEE International Conference on human-robot interaction* (March 2017), pp. 254–262.
- [3] Pan, M. K., Croft, E. A., Niemeyer, G.: Validation of the robot social attributes scale (RoSAS) for human-robot interaction through a human-to-robot handover use case. In *Proceedings of the IROS Workshop on Human-Robot Interaction in Collaborative Manufacturing Environments* (September 2017), vol. 24. 1
- [4] Pan, M. K., Knoop, E., B Cher, M., Niemeyer, G.: Fast handovers with a robot character: Small sensorimotor delays improve perceived qualities. In *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)* (November 2019), pp. 6735–6741.