

能動的接触を実現するセラピーロボットの開発と ストレス緩和効果の検証

日大生産工(院) ○桜谷 駿 日大生産工 (学部) 村越 悠真
日大生産工 (学部) 中村 綾音 日大生産工 柳澤 一機

1. 緒言

ストレス問題の解決方法の一つにセラピーロボットが注目されている。セラピーロボットとは外見的な可愛さや身体的な接触などを通じて、精神的安定を促す効果が期待されるロボットである。既存の多くのセラピーロボットは、ユーザからの接触に反応する形式が採られており、ロボット自ら接触を開始する能動的な設計はほとんど見られなかった。一方で、中川らの研究¹⁾ではロボットから能動的に接触した場合、人間のタスクパフォーマンスの向上や飽きの抑制などポジティブな効果があることが示されている。しかし、セラピーロボットからの能動的な接触によるストレス軽減効果については十分に検証されていない。

本研究では、能動的接触を行うセラピーロボットを開発し、その接触がユーザの心理的・生理的ストレス軽減に与える影響を検証することを目的とする。

2. セラピーロボットの仕様

2.1 コンセプト

本研究で開発したロボット外観をFig.1に示す。大きさは高さ425mm、幅と奥行き300mmであり、USBカメラを高さ330mmの位置に設置した。ロボットからの能動的接触を実現するために、接近動作および抱擁動作の2つの機能を実装した。Shiomiらの研究²⁾では、ロボットによる抱擁動作を通じて、ユーザの自己暗示を促す効果が示されている。このロボットはユーザからの接触に反応して抱擁する設計である。本研究で開発したロボットはユーザへの能動的な接触方法として抱擁動作を採用した。ロボットのデザインは、現実の動物と直接比較されにくく、かつ抱擁を想起させやすい存在として、子供のパンダをモチーフとした。

林らは、動物型ロボットにおいて柔らかい感触のほうが心理、生理的ストレス軽減効果が高いことを明らかにした³⁾。そのため開発したロ

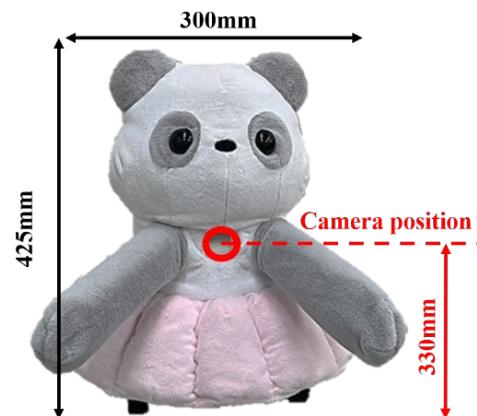


Fig. 1 開発したロボットの外観

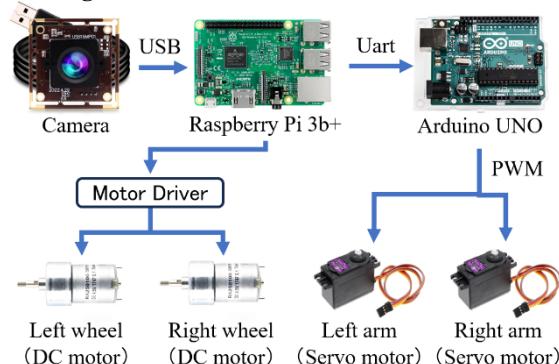


Fig. 2 開発したロボットのシステム図

ボットは、触り心地の良さを重視し、柔らかいボア生地で製作したぬいぐるみカバーを装着した。

2.2 ロボットの機能

開発したロボットのシステム図をFig.2に示す。ロボットは、ユーザの足元に装着されたARマーカをUSBカメラで検出し、DCモータを用いて自律的に接近する。ARマーカの検出と移動制御にはRaspberry Piを用いた。また、接近後にはArduinoによりサーボモータを制御することで両腕の抱擁動作を行い、糸駆動を用いた柔軟な動きでユーザの脚部に触れる。また、路面の状態や照明条件によってARマーカを正確に認識できない場合を想定し、実験者によるロボットの手動操作も可能とした。

Development of a Therapy Robot with Active Contact and Verification of Its Stress-Relief Effects

Shun SAKURAYA, Yuuma MURAKOSI,
Ayane NAKAMURA and Kazuki YANAGISAWA

3. 実験方法

3.1 実験手順

実験手順をFig.3に示す。最初にストレス課題を行った。連続的な引き算課題（4桁・2桁）を行うよう教示した（例、 $5051 - 21 = 5030$, $5030 - 21 = 5009$ ）。その後、脳活動と心臓自律神経活動の計測を行った。さらに、POMS2の成人用短縮版による気分・感情状態評価を行った。次に、以下の2条件でロボットとの接触を行った。

【能動的接触条件】：ロボットがユーザから離れた位置から自律的に接近抱擁動作を行う

【受動的接触条件】：ロボットをユーザに近い位置に置き、ユーザが頭を撫でることで抱擁動作を行う

各条件において、抱擁動作の後ロボットの頭を撫でることで、ロボットが少し距離を取り、喜びを表現する動作を行った。その後、再度ユーザに接近するという一連の動作を各条件で3回繰り返した。

各条件によるセラピーロボットとの接触後、再び生体計測とPOMS2での質問紙評価を行い、最後に印象評価アンケートを行った。

3.2 主観的評価

POMS2の成人用短縮版は35項目の質問から構成され、【怒り-敵意】【混乱-当惑】【抑うつ-落ち込み】【疲労-無気力】【緊張-不安】

【活気-活力】【友好】の7つの尺度から気分状態を評価した。また、【友好】を除いた6因子の得点を用いてTMD (Total Mood Disturbance) 得点を算出し、気分状態を総合的に評価した。TMD得点が高いほど回答者がネガティブな感情、あるいは気分障害に関連する感情を強く報告していることを意味する⁴⁾。

印象評価は形容詞対7件法（1: そう思わない～7:とてもそう思う）を実施した。質問項目は、【可愛かった】【飽きなかった】【プレッシャーを感じた】【癒された】【感じが良かった】【怖かった】の7項目である。自由記述によるアンケートも実施した。

3.3 NIRSによる脳活動計測

近赤外分光法（NIRS:Near-Infrared Spectroscopy）は、血流中の酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)の濃度変化から脳活動を計測する方法である。NIRSによって計測された脳活動情報からストレス状態を評価する指標としてLIR (Laterality index at rest) がある。LIRは左右の前頭前野の活動バランスを評価する。前頭前野の右側が左側より活動が優位な場合

Calculation	Biometric Measurement	POMS2	Interaction	Biometric Measurement	POMS2	Questionnaire
3min	3min	3min	3min	3min	3min	3min

Fig.3 実験の流れ

高ストレス状態、反対に左側が優位な場合低ストレス状態とされている。

また、山岸らは空間分解分光(SRS:Spatially Resolved Spectroscopy)から算出した脳の酸素飽和度(StO₂)の左右差からストレス状態を評価することを提案した⁵⁾。酸素飽和度とは、血液中のoxy-Hbの割合である。健常者の脳内酸素飽和度は一般的に60%から70%の範囲を示す。そのため参加者間で測定値の比較が可能である。前頭前野の右側のStO₂値から左側のStO₂値を引いて算出したものをLIR_{StO₂}とし、前頭前野の活動左右差からストレス状態を評価できる。

3.4 心臓自律神経活動計測

拍動間隔(RRI:R-R Interval)を計測し、RMSSD (Root Mean Square of Successive Differences of R-R Intervals)を求めるによりストレス状態を評価した。RMSSDは隣接するRRIの差の二乗平均平方根である。RMSSDの値が大きくなる場合は副交感神経活動が優位であることを意味する。

4. 結言

本研究では、能動的接触を行うセラピーロボットを開発した。また、その接触がユーザの心理的・生理的ストレス軽減に与える影響を検証するために実験方法について述べた。実験結果については当日発表する。

参考文献

- 1) 中川佳弥子, 他: ロボットの能動的接触は人間のモチベーションを上げるか; 電子情報通信学会論文誌 A, Vol.J95-A, No.1, (2012), pp.136-145.
- 2) Masahiro Shiomi, et al: Robot Reciprocal of Hugs Increases Both Interacting Times and Self-disclosures; International Journal of Social robotics, 13, (2021), pp.353-361.
- 3) 林里奈, 他: ロボット・セラピーにおける柔らかい感触の重要性; 日本感性工学論文誌, Vol. 18, No.1, (2018), pp.23-29.
- 4) 横山和仁, POMS2 日本語版マニュアル 金子書房, (2015), pp.25.
- 5) 山岸恒平, ウェアラブルNIRSを用いたストレス状態の評価に関する研究, 日本大学院生産工学研究科修士論文, (2021).