

生体信号を利用したセラピーロボットの ストレス軽減効果の評価

日大生産工(院) ○飯田 翔 日大生産工 柳澤 一機 日大生産工 綱島 均

1. 緒言

近年では精神的ストレス問題が深刻化し、メンタルヘルスの需要性が高まっている。この課題に対して、セラピーロボットが注目されている。

筆者らはこれまでに、セラピーロボットのストレス軽減効果の検証を行った[1]。その結果、機能が少ない安価でシンプルなロボットでも同程度のストレス軽減効果が期待できることを確認している。

安価でシンプルなセラピーロボットの基本的な機能として、ユーザーのなでる動作を検知し反応する仕組みが必要である。センサとしては静電センサや加速度センサなどを用いる場合が主流であるが、どのようなセンサを用いれば、ストレス軽減効果が高いか十分な検証はされていない。

そこで本研究では、ユーザーのなでる動作を検知するセンサの種類に注目し、その種類の違いによる効果を検証するため、主観評価と客観的かつ定量的な評価が可能な生体情報を用いて、セラピーロボットのストレス軽減効果を複合的に評価する。

2. ストレス評価指標

2.1. 脳活動計測を用いたストレス指標

本研究では、生体情報である脳活動からストレスの評価を行う。脳活動を計測するため、近赤外分光法 (NIRS) を使用し、血液中の酸素化ヘモグロビン (oxy-Hb)、脱酸素化ヘモグロビン (deoxy-Hb) を非侵襲的に測定する。

脳活動からストレス評価を行う指標として酒谷ら[2]は、前頭前野の活動における左右差を用いたストレス評価指標としてRight laterality ratio score (RLS) を定めており、この値が高いほど右側の脳活動が優位であり、ストレスが高いことを表している。

2.2. POMS2による主観評価

POMS2は、緊張・不安、抑うつ・落込み、怒り・敵意、活気、疲労、混乱、友好の7つの尺度が存在し、これら友好を取り除いた6つの尺度からTMD得点を求める。

2.3. 二次元レジリエンス要因尺度によるストレス回復力の評価指標

二次元レジリエンス要因尺度[3]とは、資質的レジリエンス、獲得的レジリエンスの2つの尺度よりストレスからの回復力を評価する質問紙法である。

3. セラピーロボットの概要

実験に使用したセラピーロボットの全体図及びシステム図をFig.1に示す。セラピーロボットの内部に静電センサと加速度センサが組み込まれており、それぞれ

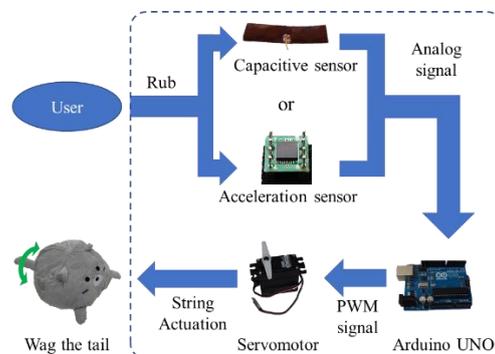


Fig.1 開発したセラピーロボットのシステム図

ユーザーがセラピーロボットをなでたかどうかを検知する。

静電センサは、手と金属の間隔において電気の蓄積量が変化することを利用し、ロボットの表面に触れることで振る舞いを検知する。

加速度センサは、前後、左右、上下方向といった加速度を計測できるため、なでた時に生じる揺れによりユーザーの振る舞いを検知する。これらのセンサはスイッチでそれぞれ切り替えることができる。

各センサのアナログ信号は、Arduinoで信号処理をし、サーボモーターにPWM信号を送る。そして、サーボモーターに結ばれているテグスが引っ張られ、しっぽを振る仕組みになっている。

ロボットの反応として、なでられている時はしっぽを速く振り、何も行われていない時は、ゆっくりとしっぽを振るといったシンプルな反応をするよう設定した。

4. 実験方法

4.1. 実験課題

開発したセラピーロボットを使用し、ストレス軽減効果が得られるか検証するためストレス課題としてストループ課題、逆ストループ課題を実施した。

ストループ課題では、「文字の意味」と「インクの色」の異なる刺激を同時に与えた時、「インクの色」を解答する課題である。

逆ストループ課題では、ストループ課題とは反対に「文字の意味」を解答する課題である。ストループ・逆ストループ課題は1.5[s]おきに問題が提示され、それぞれ計10問提示した。

4.2. 実験手順

実験はインフォームドコンセントを得た20代成人男性7名を対象とし、静電センサと加速度センサを比較するためそれぞれ2日間に分け実施した。また順序効果

による影響を排除するため、実施する実験参加者ごとに均等に分け、カウンターバランスを取った。

1日の実験デザインをFig.2に示す。実験参加者には、ロボットのふれあい前後に主観評価であるPOMS2、二次元レジリエンス要因尺度への回答及び、生体情報を用いたウェアラブルNIRSの脳活動計測、唾液アミラーゼによるアミラーゼ量の計測を行った。

5. 結果

今回は、静電センサを用いたセラピーロボットについて実験参加者3名、加速度センサについては実験参加者4名の結果を以下に示す。

脳活動計測によるRLSの結果をFig.3に示す。どちらのセンサもふれあい後において値が下がったが、加速度センサの方が値の減少量が多く、脳活動が左優位になりストレスが緩和されていることがわかる。

唾液アミラーゼの結果をFig.4に示す。ストレスが高いほど唾液アミラーゼ量の値は高くなるが、今回の結果ではいずれのセンサを用いた場合も値は上昇した。

POMS2によるTMD得点の結果をFig.5に示す。どちらのセンサもふれあい後において値が下がり、気分・感情状態が改善していることがわかる。2つのセンサを比較すると、加速度センサの方が値の減少量が多く、気分・感情状態の改善効果大きい。

二次元レジリエンス要因尺度による資質的レジリエンス尺度と獲得的レジリエンス尺度の結果をFig.6に示す。どちらの尺度も値が高いほどストレスからの回復力が高いことを示すが、今回の結果ではあまり変化はなかった。

6. 考察

脳活動計測によるRLS, TMD得点の結果から、加速度センサのほうがストレス状態の改善効果が高い可能性が示唆された。理由として静電センサは取り入れた部分でしか反応しないのに対し、加速度センサは場所に問わず計測できるため、参加者にとって違和感なくふれあえたと考えられる。唾液アミラーゼの結果が一致しなかった理由として、いずれの参加者も数値としては30[KIU/L]以下の低ストレス状態であることから、ふれあいによるストレス軽減効果が確認できなかったと考えられる[4]。

ストレスからの回復力を表す二次元レジリエンス要因尺度についてはふれあいの前後の変化、センサの種類による違いは確認することができなかった。

7. 結言

本研究では、ストレス軽減効果が期待できるシンプルなロボットをつくるにあたり、安価なセンサである静電センサ及び加速度センサを使用し、ユーザーの振る舞いに対して効果的に検知できるか、生体情報と主観評価から複合的に評価した。

その結果、加速度センサを利用した方が気分感情状態の改善及びストレス軽減効果が高いことが主観評価及び生体情報の結果から確認することができた。

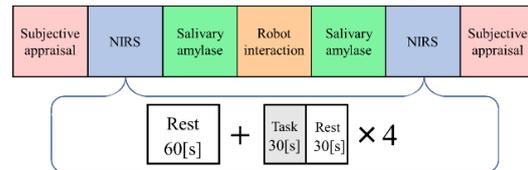


Fig.2 実験デザイン

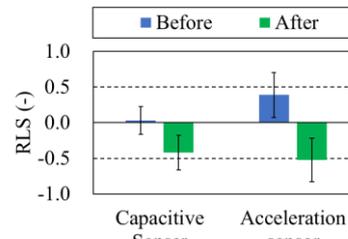


Fig.3 RLSの比較結果

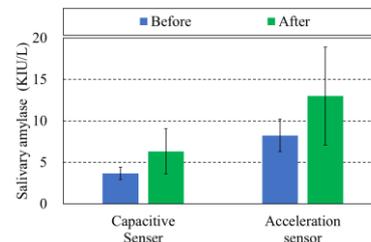


Fig.4 唾液アミラーゼ値の比較結果

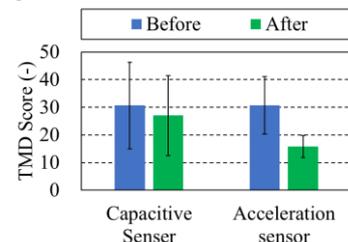


Fig.5 TMD得点の比較結果

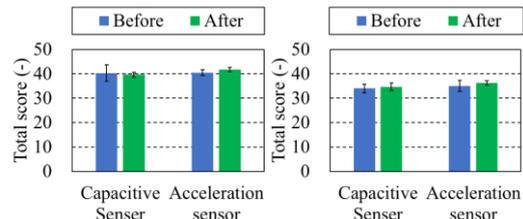


Fig.6 二次元レジリエンス要因尺度

参考文献

- 1) 飯田翔 他, ウェアラブルNIRSを用いたセラピーロボットのストレス評価, 情報処理学会論文集, 第82回全国大会講演論文集, (2020) pp.39-40
- 2) 酒谷薫, 谷田正弘, ストレスの評価, NIRS-基礎と臨床, 新興医学出版社, (2012) pp.161-163
- 3) 平野真理, レジリエンスの資質的・獲得的要因の分類の試み—二次元レジリエンス要因尺度(BRS)の作成—, 日本パーソナリティ心理学会論文集, 第19巻, 第2号, (2010) pp.94-106
- 4) ニプロ 乾式臨床化学分析装置 唾液アミラーゼモニター, (2020) <http://www.kdd1.com/keiki/053/cocorometer.html> (参照 2020-10-09)