

バイオフィードバックを用いたパートナーロボット Ovod の開発と検証

葦川 颯人[†] 大嶋 希一[‡] 横須賀 晴鷹[‡] 柳澤 一機[‡]

日本大学大学院生産工学研究科[†] 日本大学生産工学部[‡]

1. 緒言

近年、ロボットを用いて学習支援を行う方法が注目されている。しかし、学習支援の方法によっては、学習者の状態を重視せずに学習支援を行ってしまう。学習中のストレス状態は学習パフォーマンスに大きく影響を与えるため、適切なストレス状態の維持が望ましいが、学習者が自身のストレス状態を認識することは難しい。そのため、ストレス状態を認識する方法が必要である。

ストレス状態を認識する方法として、バイオフィードバック (BioFeedBack:以降 BFB) が挙げられる。BFB とは、通常知覚できない生理活動の状態を工学手段で検出し、知覚できるように提示することで、生理活動の制御を可能とする技法である。岡本は心拍情報からストレスを評価し、BFB を用いて学習支援を行うロボットを開発した。ロボットがストレス状態を認識させることで学習パフォーマンスが向上することを確認した^[1]。しかし、フィードバックに既製品のロボットを用いているため、動作に制限がある。

本研究では岡本の先行研究を踏まえ、バイオフィードバックを用いたパートナーロボットを開発し、パフォーマンス向上の効果検証を行う。

2. 心拍情報によるストレス評価

学習の障害をせずに生体情報からストレスを評価する手法として、心拍情報に着目する方法がある。心臓の拍動間隔(R-R Interval:以降 RRI)より、ローレンツプロットの面積を用いてストレス評価を行うことができる。ローレンツプロットとは、 k 番目の RRI を横軸、 $k+1$ 番目の RRI を縦軸にプロットし、楕円で近似した面積の大きさからストレスを評価する手法である。

一般的に高ストレス状態の場合、RRI は小さな

Development and verification of the partner robot Ovod using biofeedback.

[†]Ashikawa Hayato, Graduate School of Industrial Technology, Nihon University

[‡]Ooshima Kiichi, Yokosuka Harutaka, Yanagisawa Kazuki, College of Industrial Technology, Nihon University



Fig.1 Ovod appearance

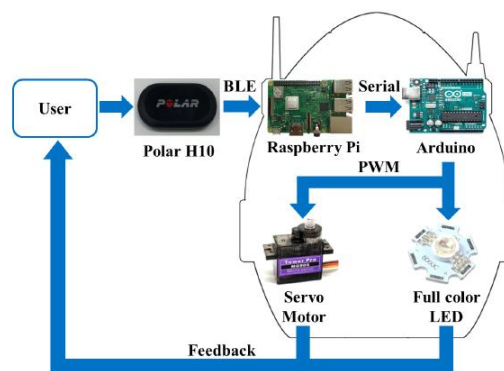


Fig.2 System diagram

値で安定するため、ローレンツプロットの面積は小さくなる。低ストレス状態の場合、RRI のばらつきが大きくなるため、面積は大きくなる^[2]。

3. 開発したパートナーロボットの概要

3.1 ロボットの概要

本研究で開発した学習支援ロボット Ovod の外観を図 1 に示す。Ovod の筐体は 3D プリンタを使用して作成した。システム概要図を図 2 に示す。ストレス評価を行うための RRI 計測には、Polar 社製の心拍センサ Polar H10 を使用した。計測した RRI は BLE 通信を用いて Raspberry Pi に送信する。Raspberry Pi では受信した RRI を基にローレンツプロットの面積を算出し、計測時点での面積 LP 、最大面積 LP_{max} 、最小面積 LP_{min} を用いた (1) 式から、ストレス指標 V を作成する^[3]。

$$V = 100 - \frac{LP - LP_{min}}{LP_{max} - LP_{min}} \times 100 \quad (1)$$

算出した V から、0~30 を低ストレス、31~69

を適切なストレス、70~100 を高ストレスと定義した。算出した V をシリアル通信で Arduino に送信し、値に応じて Ovot の状態や動きによって学習者にストレス状態をフィードバックする。

3.2 フィードバック方法

フィードバック方法を図3に示す。学習者のストレス状態に応じて Ovot の色の变化と上部の上昇によってフィードバックを行う。

色の变化によるフィードバックは、Ovot 上部に取り付けたフルカラーLED によって行う。低ストレスでは青色、適切なストレスでは緑色、高ストレスでは赤色、各状態の間では中間色となり、色を連続的に変化させることで学習者にフィードバックを行う。また、適切なストレスでは Ovot が閉じた状態となり、学習効率が低下する可能性がある低ストレス及び高ストレスが5分間継続した際に、Ovot の上部が上昇することで学習者にストレス状態を認識させる。

4. 検証実験

本実験では学習者のパフォーマンスをストループ・逆ストループ課題の平均反応時間及び誤答数とした。健常な20代男性9名を対象に、学習支援前後のパフォーマンスを比較することで、Ovot の有効性を検証した。実験は Ovot によるストレス状態のフィードバックあり、フィードバックなしの2条件実施し、順序効果を考慮して実験条件は参加者ごとにランダムに設定した。

本実験で開発した Ovot の使用時間は180分とし、その間は Ovot の全体像が見える位置で論文作成や試験勉強などを行ってもらった。また、Ovot の使用前後に表示された文字の色を答えるストループ課題、表示された文字の意味を答える逆ストループ課題を交互に出題し、9分間・80問行った際の平均反応時間と誤答数を記録した。

5. 検証結果

実験参加者9名において、Ovot 使用前後の平均反応時間の推移を図4、誤答数の推移を図5に示す。平均反応時間については両条件であまり差が見られなかったが、誤答数については Ovot を使用することでパフォーマンスが向上する効果が確認できたため、開発したパートナーロボット Ovot の有効性を示すことができた。

しかし、実験後のアンケートから、ストループ・逆ストループ課題の難易度が簡単であった、ストループ課題中の周囲の環境が影響しているといった意見が見られた。そのため、ストループ・逆ストループ課題の問題数や実験環境を見直し、再度実験を行う必要があると考えられる。

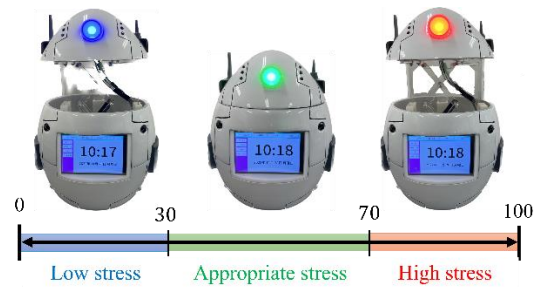


Fig.3 Feedback method of the Ovot system

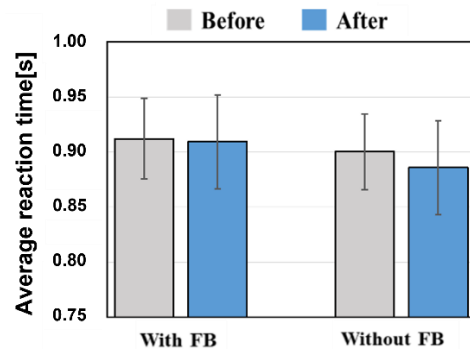


Fig.4 Results of average reaction time

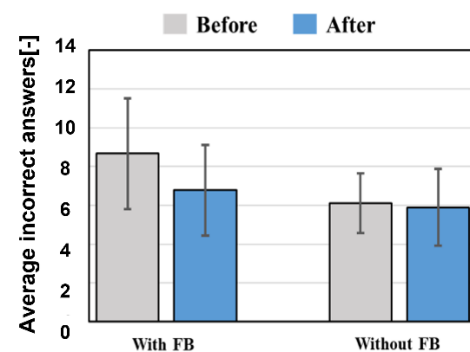


Fig.5 Results of average incorrect answers

6. 結言

本研究では岡本の先行研究を踏まえ、バイオフィードバックを用いたパートナーロボット Ovot を開発し、パフォーマンスが向上するか効果検証を行った。検証実験の結果から、Ovot は学習者の誤答数を減少させ、パフォーマンスを向上させる効果を確認した。

参考文献

- [1] 岡本一輝, 学習支援を目的としたパートナーロボットの開発とその評価, 日本大学生産工学部修士論文, (2021)
- [2] 松本佳昭 他, 心拍揺らぎによる精神的ストレス評価法に関する研究, ライフサポート, No.3, Vol.22, (2010), pp.105-111
- [3] 辻健太, 脈波情報を用いた小型バイオフィードバックシステムの開発と評価に関する研究, 日本大学生産工学部修士論文, (2019)