

バイオフィードバックを用いたパートナーロボット Ovot の開発

日大生産工(院) ○葦川 颯人 日大生産工(学部) 横須賀 晴鷹
日大生産工(学部) 大嶋 希一 日大生産工 柳澤一機

1. 緒言

近年、学生は新型コロナウイルスの影響によるオンライン授業の増加に伴い、自宅学習時間の増加によって51.5%がストレスを抱えている¹⁾。学習中のストレス状態は、学習者のパフォーマンスに大きく影響を与える。低ストレス状態および高ストレス状態ではパフォーマンスが低下するため、適度なストレス状態を維持するのが望ましい。しかし、学習中に自身のストレス状態を認識することは難しく、適度なストレス状態を維持するには自身のストレス状態を把握する方法が必要である。

自身のストレス状態を認知する手法として、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適当な工学手段で検出し、その情報を知覚できるように提示することにより、生理活動の随意制御を可能とする技法である²⁾。岡本はBFBを行う学習支援パートナーロボットを開発し、開発したロボットによって適度なストレス状態が保たれ、パフォーマンスが向上することを確認した³⁾。

しかし、フィードバックに既成のロボットを用いているためロボットの動作が限定される問題が挙げられる。

本研究では、学習者のストレス状態をフィードバックすることが可能な学習支援パートナーロボットの開発を行う。

2. 心拍情報によるストレス評価

生体情報からストレスを評価する手法として最も簡便な方法に、心拍情報に着目する方法がある。心臓の拍動感覚(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の評価を行う手法である。

一般的に、高ストレス状態の場合、RRIは小さな値で安定し、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り、ローレンツ



Fig.1 開発したOvotの外見

プロットの面積が大きくなる⁴⁾。

3. 開発したパートナーロボットの概要

3.1. ロボットの外見

開発したパートナーロボットを Fig.1 に示す。外見は卵型の形状をしていることから、ラテン語で卵を意味する Ovo という単語と Robot を掛け合わせて、Ovot と名付けた。また、ロボットの下部にはタッチパネルを取り付け、測定開始・停止やデータの保存など各種操作が行えるようにした。

3.2. システム概要

Ovot のシステム概要図を Fig.2 に示す。RRI の計測には装着が容易な Polar 社製の心拍センサ Polar H10 を使用する。心拍センサで計測した RRI の値は BLE 通信で小型シングルボードコンピュータである Raspberry Pi に送信される。

Raspberry Pi では受信した RRI の値をもとにローレンツプロットの面積を算出し、面積の最大値 LP_{max} 、最小値 LP_{min} 、および計測時点での面積 LP を用いてローレンツプロットの面積の正規化を行い、以下の(1)式よりストレス評価指標 V を求める⁵⁾。

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

評価指標 V はストレスが高くなるにつれて大きくなるため、(1)式よりストレス状態を 0

Development of the partner robot (Ovot) using biofeedback

Hayato ASHIKAWA, Kiichi OSHIMA, Harutaka YOKOSUKA and Kazuki YANAGISAWA

～100の値で算出することができる。ストレス状態の評価を行う際は、評価指標 V が0～30の値を低ストレス状態、30～70を適度なストレス状態、70～100を高ストレス状態として評価を行う。

Raspberry Pi で評価指標 V を算出した後、シリアル通信で評価指標 V を Arduino に送信する。Arduino では受信した評価指標 V を基にフルカラーLED とサーボモータを PWM 信号で制御する。

Arduino には Raspberry Pi から送信される信号の他に、GPS から日時の情報がシリアル通信にて送信される。この情報は、Raspberry Pi でストレス評価を行った日時を記録する際に使用する。

3.3. フィードバック方法

フィードバック方法を Fig.3 に示す。Ovot はストレスの状態に応じてフルカラーLED の色と Ovot の上部が昇降することにより学習者にフィードバックを行う。

Ovot 上部に取り付けられたフルカラーLED の赤、青、緑の輝度は 0～255 の値で変化させることが可能なため、 V の値が 50 より小さい場合は青色の輝度を以下の(2)式、緑色の輝度を以下の(3)式より算出し光るように設定した。

$$\left(-2 \times \frac{V}{100} + 1\right) \times 255 \quad (2)$$

$$\left(2 \times \frac{V}{100}\right) \times 255 \quad (3)$$

また、 V の値が 50 より大きい場合は赤色の輝度を以下の(4)式、緑色の輝度を以下の(5)式より算出し光るように設定した。

$$\left(2 \times \frac{V}{100} - 1\right) \times 255 \quad (4)$$

$$\left(-2 \times \frac{V}{100} + 2\right) \times 255 \quad (5)$$

上記の方法で輝度を制御することにより、 $V=0$ の時に青色、 $V=50$ の時に緑色、 $V=100$ の時に赤色になり、学習者にストレスの高さを連続値でフィードバックすることができる。

フルカラーLED だけでなく、Ovot の上部を昇降させることで視覚的に分かりやすく、より効果的にフィードバックする。昇降によるフィードバックは、学習者のパフォーマンスが低下する、高ストレス状態および低ストレス状態では Ovot の上部が持ち上がり、適度なストレス状態の時は閉じた状態になる。

また、実際に心拍センサを取り付けて動作

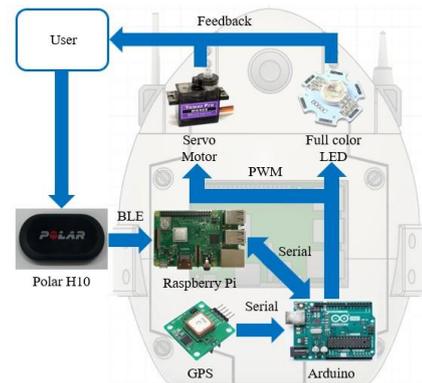


Fig.2 Ovotのシステム概要図

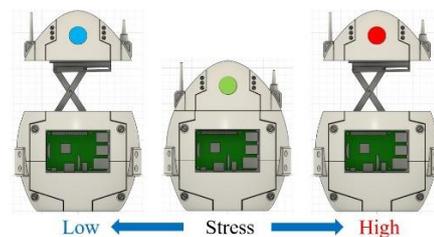


Fig.3 フィードバック方法

の検証を行ったところ、正常に動作することを確認することができた。

4. 結言

本研究では、学習者のストレス状態をフィードバックすることが可能な学習支援パートナーロボットOvotを開発した。今後はOvotを用いてフィードバックを行い、学習中のパフォーマンスが向上するか効果検証を行う。

参考文献

- 1) 株式会社 個別教育舎, コロナ禍における子供の自宅学習に関する意識調査, (2021), URL: <https://shinronavi.com/news/detail/1333>
- 2) 福長一義 他, NIRSを用いたニューロフィードバックのシステムの開発, 杏林医学誌, No.42, Vol.1, pp.2-11, (2011)
- 3) 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)
- 4) 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, pp.105~111, (2010)
- 5) 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)