

生体情報を用いた集中度のフィードバック

Feedback of concentration using biological information

寺井 友太[†] 田中 碧[†] 藤村 真生[‡]

Yuta Terai

Aoi Tanaka

Masao Fujimura

1. はじめに

本研究では、瞳孔径の測定から集中度を推定する。また、視覚によるフィードバック（以下 FB）によって結果を検証する。集中度推定の補助として同時に脈拍も測定する。

集中度は可視化することにより作業効率の向上に役立つなどの様々な活用方法がある。しかし、定量的な測定が難しいという課題がある。ここで本研究では、生体情報を用いることで精神的ストレス状態を計測し、集中度の確からしい推定に挑戦した。過去の研究^[1]では、FB として表示した視覚エフェクトが弱すぎたことにより、被験者が FB に気づかないことや FB の影響を十分に与えられないという課題点があった。本稿では内容について改良した提示映像による実験を行った結果から、提案手法による集中度推定の結果と FB の効果について考察する。

瞳孔径データ、脈波データの取得には前回の研究と同様 VIVE Pro Eye (HTC 社) と BH1792GLC (ROHM 社) を使用した。

2. 関連研究

本研究の関連研究として、体動センサ、脈波センサを用いた集中状態推定手法の検証^[2]がある。この脈波データは主に副交感神経系のデータとして使用している。内田らは体動情報のみを用いた推定精度よりも脈波センサと組み合わせた方式の推定精度が高かったことから、脈波が集中度の推定に有用だとしている。

また、眠気を自覚するほど覚醒度が低下し副交感神経優位になっているとき、瞳孔径は収縮する^[3]。瞳孔は主に交感神経と副交感神経によってサイズが調整されている。また、瞳孔の拡張は注視物との距離や環境光などによっても変化する。しかし、和久井らによると、環境光と注視対象までの距離を統制した実験においては覚醒度による変化である可能性が高いとされている。このことから VRHMD による実験では環境光、注視対象までの距離を統制できるため覚醒度の影響が強いと考えられる。

3. 実験概要

提案する実験に使用する「集中度」の定義と、集中度の FB 手法について記述する。

[†] 大阪工業大学大学院工学研究科、Graduate School of Engineering Osaka Institute of Technology

[‡] 大阪工業大学、Osaka Institute of Technology

3.1 瞳孔径を基準とした集中度の定義

集中度とは、1)集中できていない状態、2)平常状態、3)集中状態の三つの状態を定義し、数字が大きい状態ほど集中の強度が高いとする。

1) 集中できていない状態

瞳孔が収縮傾向、瞳孔径に低周波で大きなゆらぎがある

2) 平常状態

瞳孔径が基準値近く、拡張のどちらの傾向もない

3) 集中状態

瞳孔が拡大傾向、有効視野が狭くなっている

ここで集中度の推定に必要な瞳孔径は VIVE Pro Eye により取得し、実験開始直後から数秒間の瞳孔径平均値の値を基準値とする。集中度は、交感神経支配を受ける拡張筋による影響が強いとき、つまり瞳孔径の拡大傾向が強いほど高いものとする。

3.2 実験内容

本実験では、被験者に事前に実験内容を説明し、インフォームドコンセントを得た上で協力してもらった。被験者には集中度を測定するための負荷として二桁までの和の計算タスクを与えた。記録のため、解答を口頭で答えさせた。計算タスクは図1のような映像を VR 空間内で表示した。問題は全 60 問で、1+1 桁、1+2 桁、2+2 桁を各 20 問とし、各問題は 1.5 秒間表示した。問題下部に残り時間バーを表示し、バーの長さで残り時間を表現した。タスクの難易度と時間は、難易度が最も高い 2+2 桁でいくつか間違えることを期待して、徐々に難易度が上がるように作成した。問題数は自律神経活動による反応を測定できる所要時間となるように調整した。この提示映像はこれまでの実験での意見を参考に、エフェクト表示領域を大きく、問題提示時間を短く、問題提示方法は回答を表示しない方式に変更している。この変更により、エフェクトの有無の違いが分かりやすくなること、より集中度が含まれている生体情報が測定されることを期待した。また、実験において、データ取得の際にタスク以外からのストレス防ぎため、被験者は椅子に座らせ、顎台による固定はせず、課題提示領域を見ることのみを指示した。

また、生体信号のサンプリング周波数は 60Hz とした。眼球測定機器は 500Hz で使用されることもあるが、本研

究ではサッカド速度などの高速応答を必要とするパラメータは不要のため、自律神経活動の測定に十分な周波数とした。アイトラッキング機能安定のため各被験者の実験開始時にはキャリブレーションを実施し、眼球情報を正しく取得できていることを確認した。脈波センサは指からデータを取得した。取得した生体データから推定された集中度は前項での定義に対し以下の規則で被験者へFBした。

- 1) 映像の青色エフェクトを減らし刺激を小さくする。
- 2) 映像の青色エフェクトを増やし、集中状態の視覚を疑似的に再現することで集中を促す。
- 3) 2)と同様の映像を提示する。

1) は集中できていないことをFBしている。この刺激は集中を補助しないが、ここから意識を持ち直し集中状態になれる被験者も現れることが想定できる。このため、1)の状態であることは実験の中断を意味するわけではない。2)と3)ではFBは同一だが期待する作用が異なり、2)では集中の補助を、3)では集中の持続を目的としている。

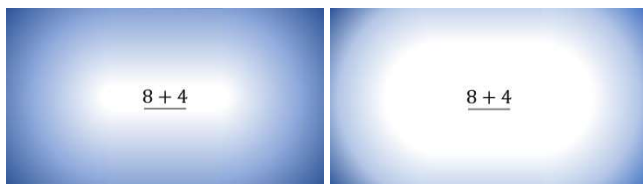


図1 提示映像例(左:エフェクト強、右:エフェクト弱)

4. 実験結果・考察

実験はFB効果の検証のため視覚的エフェクトの有無で、2種類を実施した。瞳孔径の時系列データは傾向の視覚化のため移動平均モデルによって増減傾向を分析した。実験協力者は22~24歳の成人男性5人だった。

計算の正答率は5名中4名が2+2桁で正答率が20%以上低下した。このことから計算タスクのストレスは後半になるほど高くなったと考えられる。図2に瞳孔径遷移の代表的な測定結果とその傾向を示す。また、図3にエフェクトの有無による変化の代表例を示す。図2では約30秒の間隔で徐々に散瞳している傾向が表れている。これは提示した問題の難易度が上昇するタイミングと一致しており、期待通りの傾向が得られていることを示している。この傾向はエフェクトの有無や他の人物においても個人差はあったが概ね同様であった。また、図3ではエフェクト有のほとんどの測定値がエフェクト無の場合を上回った結果が得られた。この時の全体での差の平均は0.27mmであった。この結果はエフェクトが作用した可能性を示唆しているが、検証にはさらなる追加実験が必要である。また、この被験者は実験後のアンケートで、「エフェクトについて

はほとんど認識していなかった」としており、視界制限のストレスは感じていなかったことも確認されている。

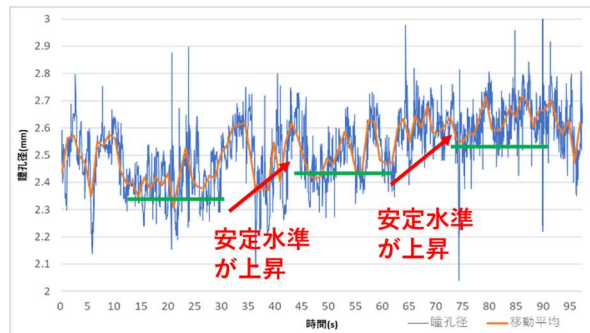


図2 瞳孔径時系列の例

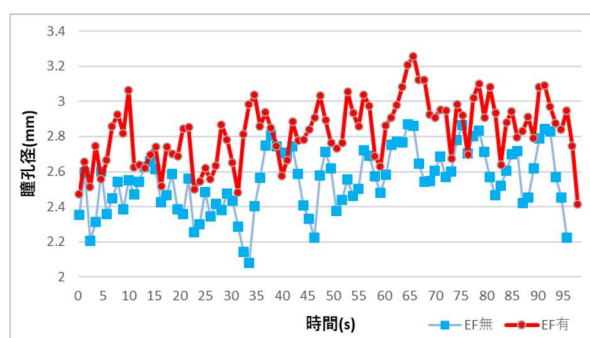


図3 エフェクトの有無による瞳孔径時系列の変化

5. おわりに

今回の実験ではFBの有無で異なったデータを得ることができた。しかし、アンケートの結果より、FBの強弱の変化については気づかなかった被験者が多かったことが分かっている。これには集中時の視野狭窄が影響していると考えられる。このため、集中状態を認知させるためには視覚以外によるFBも検討すべきだと思われる。例としては音声や、振動による通知が考えられる。これらの方式は集中を乱す可能性も十分に想定されるため、実装については慎重に行いたい。視覚においても範囲を変更する以外に色を変えることや文字を使うことに関しては未検証のため、今後の研究ではFBの方式について検討を進める方針である。

参考文献

- [1] 生体情報を用いた集中度のフィードバック 寺井友太、田中碧、藤村真生. 情報処理学会第83回全国大会 2021
- [2] 脈波及び体動情報を用いた集中状態推定精度の検証 内田 昂、磯山 直也、ロベズ・ギヨーム. マルチメディア、分散、協調とモバイルシンポジウム 2017
- [3] 眼球・瞳孔運動に現れる覚醒状態とその神経機構 和久井 秀樹、平田 豊. 日本神経回路学会誌 Vol.21 No.1 2014