

課題呈示間隔を変化させた時に誘発される焦りと視線の移動速度分布解析 Analysis of Gaze Velocity Distribution for Time Pressure Induced by Changing Presentation Interval of Stimulus Images

木下 愛佳子[†] 高野 博史[†] 中村 清実[†]

Akane Kinoshita Hironobu Takano Kiyomi Nakamura

1. はじめに

一般的に、人は時間に制限が設けられたとき、「焦り」を感じると考えられている[1]。焦ることにより、落ち着いて行動することができなくなったり、物事を冷静に判断することができなくなったりする。これらは、ヒューマンエラーや判断ミスを生発する原因の 1 つとなる。これらを防ぐために、焦っている状態を検知する必要がある。「焦り」を推定する手法として、瞳孔径の変動を指標として用いる手法が提案されている[2]。ここで、複数の指標を組み合わせることができれば、より正確に「焦り」を推定することができると考えられる。そこで、本研究では先行研究と組み合わせやすい視線の情報を用いて、「焦り」を推定する上で有効な指標を推定することを目的とし、視線の移動速度の分布と「焦り」の関係について調査した。

2. 計測システムの構成

図 1 に本研究で使用した計測システムの構成を示す。実験中、ディスプレイには視覚刺激が呈示される。被験者は、ディスプレイに映し出される視覚刺激に対して、手元に設置したボタンを使用して 2 択の回答を行えるようになっている。ディスプレイには視線計測カメラが設置されており、これを用いて被験者の視線を計測した。なお、被験者はディスプレイから 60 cm 離れたところで実験を行った。視線計測カメラのサンプリング周波数は 30 Hz であり、ディスプレイの大きさは 21.5 inch、解像度は 1920 × 1080 pixels である。

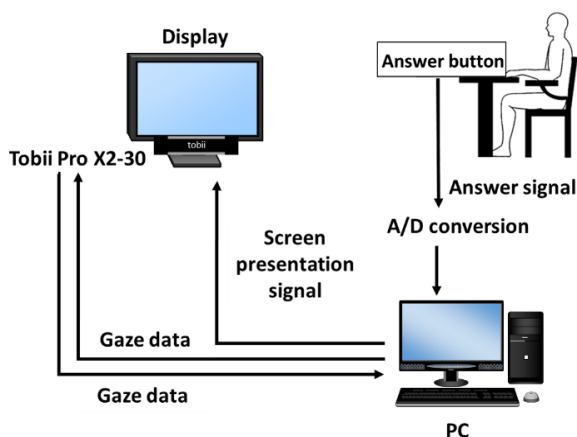


図 1 計測システムの構成

3. 実験方法

3.1 実験概要

図 2 に実験全体の流れを示す。被験者には 1 セッションごとに課題を行ってもらい、課題を行っているときの視線の動きを測定した。1 セッションの長さは約 1 分とし、セッションを 5 回で 1 ブロックとした。1 セッションの間、課題を呈示する間隔は、1 秒、2 秒、4 秒、8 秒、16 秒のどれか 1 つとし、合計 5 セッション行ってもらった。ここで、本研究の被験者は 20 代男女の 9 名である。そのうち 4 名は 2 ブロックの実験を、5 名は 1 ブロックの実験を行った。なお、課題に対しての慣れを防ぐために、2 ブロックの実験を行った被験者には、2~3 日程度の間隔をあけて 1 ブロックずつ実験を行った。

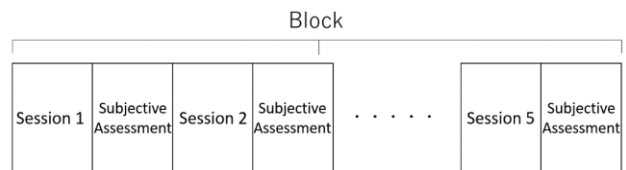


図 2 実験全体の流れ

3.2 実験課題

図 3 に示すような視覚探索課題を、本研究の視覚刺激として使用した。これは、妨害刺激 (Q) の中からターゲット刺激 (O) を探し出すものである。実験では、ターゲット刺激が必ず入った課題が映し出されるのではなく、妨害刺激のみで構成された課題も映し出される。なお、ターゲット刺激が存在する場合、その個数は常に 1 個である。被験者には、ターゲット刺激が存在する場合には Yes ボタンを、存在しない場合には No ボタンを押すことで回答させた。ターゲット刺激及び妨害刺激の 1 つ当たりのサイズは 70 × 70 pixels である。

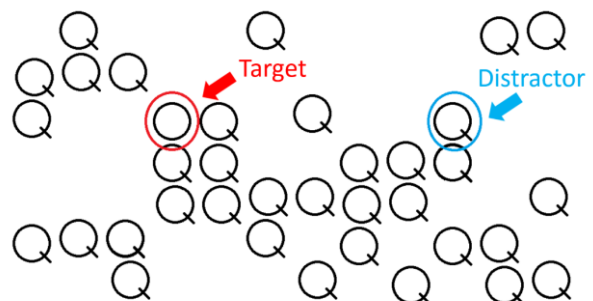


図 3 視覚探索課題

[†] 富山県立大学大学院 工学研究科
Graduate School of Engineering, Toyama Prefectural University

3.3 主観評価

本研究では、1セッションごとに「焦り」をどの程度感じたのかを定量化するために、0～10までの11段階で主観評価を行った。全く感じていない状態のときは0、非常に感じる状態のときは10であるとした。主観評価はセッション終了時にディスプレイにマルチディスプレイ（複製モード）で表示され、被験者が口頭で回答したものを実験者が入力した。

4. 実験結果

4.1 主観評価の解析

図4に被験者全員の「焦り」に対しての主観評価の結果を示す。なお、2ブロックの実験を行ってもらった被験者のデータをブロックごとに1名としてカウントし、合計13名分のデータを使用した。縦軸は「焦り」についての評価値、横軸は課題の提示間隔である。提示間隔が短いほど、被験者が抱く「焦り」の評価値は大きくなり、「焦り」の度合いが大きくなっていることがわかる。被験者ごとの「焦り」の主観評価に対して、提示間隔を要因とした一元配置の分散分析を行ったところ、有意であったため ($F(4, 60) = 66.126, p < 0.01$)、Tukeyの多重比較を行った。その結果、提示間隔1秒と2秒、8秒と16秒では有意差が見られなかった。そのため、提示間隔1秒と2秒をまとめて「焦り感の高い提示間隔」、4秒を「焦り感の中間程度の提示間隔」、8秒と16秒をまとめて「焦り感の低い提示間隔」として解析を行った。

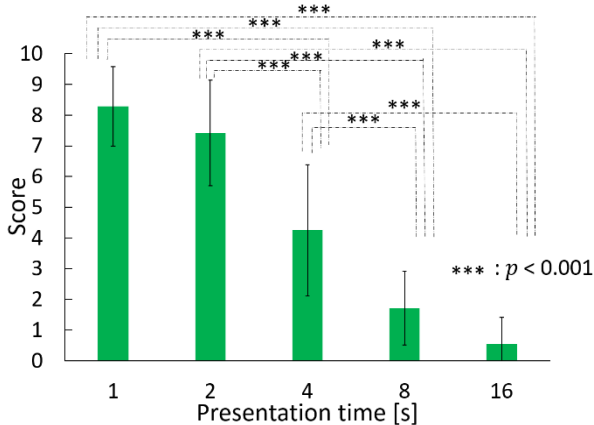


図4 主観評価の結果

4.2 視線データの解析

各被験者の視線の移動速度のヒストグラムを求め、課題の提示間隔ごと（セッションごと）に、ヒストグラムの分布を指数近似し、回帰分析を行った。図5に被験者1名分の各課題提示間隔における視線の移動速度のヒストグラムを示す。縦軸は移動速度の課題提示間隔におけるデータ数、横軸は視線の移動速度である。本研究での1000 pixelは視線角度で約22.4°である。図6より、視線の移動速度の分布が最も多いのは0～1000 [pixel/s]であり、6000 [pixel/s]付近で急激に減少し、6000 [pixel/s]以降では緩やかに減少していることが分かる。この特徴は実験を行った被験者全員に共通して現れたため、本研究では0～5000 [pixel/s]までの領域をA領域、5001～15000 [pixel/s]までの領域をB領域とし解析を行った。つまり、A領域は視線の移動速度が遅い領域であり、B領域は視線の移動速度が速い領域である。A領域では5点、B領域では10点のデータで各課題の提示

間隔のヒストグラムの勾配を求めた。ここで、4.1で述べたように提示間隔1秒と2秒をまとめて「焦り感の高い提示間隔」、4秒を「焦り感の中間程度の提示間隔」、8秒と16秒をまとめて「焦り感の低い提示間隔」として解析を行った。図6に被験者全員のA領域におけるヒストグラムの勾配の平均を示す。ここで、ヒストグラムの勾配を用いて、焦り感の度合いを要因とした一元配置分散分析を行ったところ、有意であったため ($F(2, 62) = 6.66, p < 0.01$)、Tukeyの多重比較を行った。その結果、焦り感の高い提示間隔と、焦り感の低い提示間隔でのヒストグラムの勾配に対して、有意な差が見られた。これより、焦り感を高く感じているときは、視線移動速度が遅い領域でヒストグラムの勾配が高くなることがわかった。

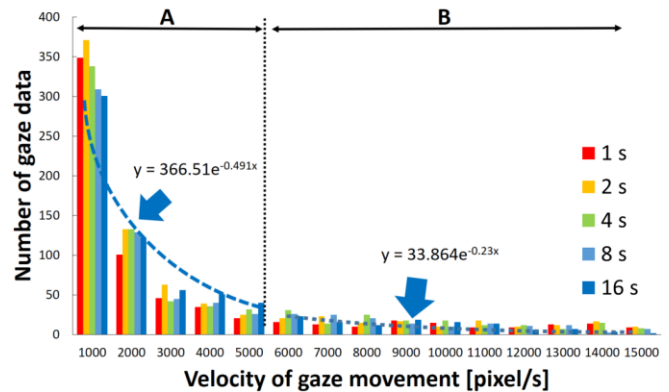


図5 視線の移動速度の分布

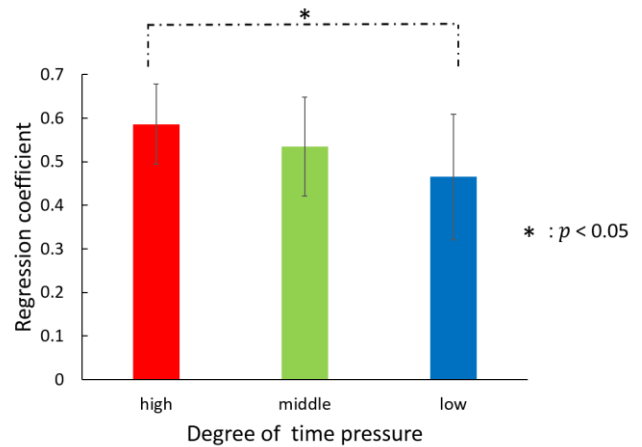


図6 A領域での視線移動速度の分布

5. まとめ

本研究では、視線情報から「焦り」の推定が可能であるかを調査した。その結果、焦り感が高いときに視線の移動速度が遅い領域においてヒストグラムの勾配が高くなることがわかった。これより、視線の移動速度の勾配が「焦り」を推定する1つの指標となることが示唆された。

参考文献

- [1] 西村 詩織, “焦りに関する研究の概観と展望: 焦りの包括モデルの提案”, 東京大学大学院教育学研究科紀要, Vol.47, pp.251-258, 2008.
- [2] 水科 晴樹, 村田直史, 阪本 清美, 金子寛彦, “若年者及び高齢者における課題遂行時の作業負荷による瞳孔径変動と心理的ストレス対応”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J92-A, No.10, pp.677-689, 2009.