

ウェアラブル端末での生体情報の取得

伊藤 稔
Minoru ITO

1 はじめに

近年、腕時計やアンダーウェア等の形を模しているウェアラブル端末が普及している。ウェアラブル端末は生体情報をリアルタイムで取得することが出来る。

一方、我々の研究室では知的照明システムの研究をしている。知的照明システムでは複数の執務者が個別に好み照度・色温度をを与え知的生産性の向上を目的としている。しかし、知的照明システムでは卓上の照度センサの情報をもとに調光を行うため、実際の執務者の体調などは考慮されていない。

本研究では、ウェアラブル端末から取得した生体情報を利用した知的照明システムの開発を目的とする。ストレスの度合いを測定し、ストレス度合いに応じて照明を調光することが可能となる。本稿では実験の結果と考察を示す。

2 生体情報

2.1 心拍数の取得

本研究では、Android を搭載した腕時計型ウェアラブル端末である AndroidWear を使用して心拍数を取得した。AndroidWear は光学式心拍センサを搭載しており、取得した心拍数のデータをペアリング設定した Android 端末へリアルタイムで送信することが出来る。



Fig.1 Polar M600

2.2 心拍数変動係数

本研究では、リラクスの度合いを求める指標として心拍数変動係数を用いた。(以下、変動係数と呼ぶ) 変動係数は心拍数の標準偏差を心拍数の平均で割った値である。¹⁾ 人の心拍数は緊張状態にあると揺らぎが小さくなり、安静した状態で揺らぎが大きくなる。そのため、変動係数が大きくなると安静状態、変動係数が小さくなると緊張状態であると推定出来る。²⁾

$$CV = \frac{\sigma}{\overline{HR}} \quad (1)$$

CV:変動係数 σ :心拍数の標準偏差 $\overline{HR}$:心拍数の平均

3 実験

3.1 実験概要

今回、照明と心拍数の変動係数との関連性を検証するために以下の実験を行った。

- (1) 照度変化と心拍数の変動係数の関連
- (2) 色温度変化と心拍数の変動係数の関連
- (3) 照度・色温度連動変化と心拍数の変動係数の関連

各実験は選好環境において変動係数が増加、つまりリラククス状態になるかの検証を目的としている。選好環境は実験ごとに被験者に選ばせている。

3.2 照度変化と心拍数の変動係数の関連

照度による変動係数の変化を確認するため実験を行った。色温度は 4500 K で一定とし、照度が 300 lx, 500 lx, 700 lx における心拍数を測定した。被験者には、照度変更後、5 分間の順応時間を設けたのちに 10 分間読書を行わせた。実験は 4 人に対して行った。各被験者の選好環境は順に、300 lx, 500 lx, 700 lx, 700 lx である。Fig. 2 に各照度での 10 分間の変動係数の平均を示す。

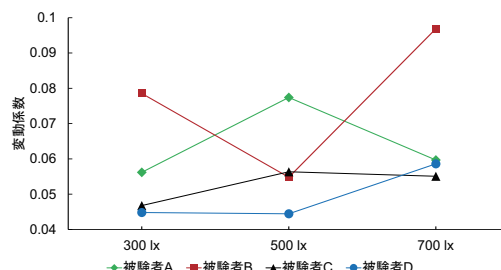


Fig.2 照度と心拍数変動係数の関係

被験者 D は選好環境において変動係数が増加し、リラククスの状態を示した。しかし、他の被験者は選好環境での変動係数の値が他の環境よりも低くなった。また、本実験は各被験者に対して 3 回ずつ行った。Fig. 3 に被験者の 3 回分の結果を示す。

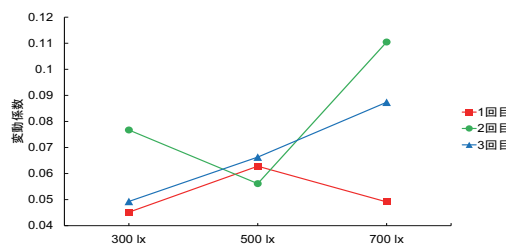


Fig.3 被験者 C の変動係数の推移

3 回実験を行ったところ、被験者 D 以外に再現性は見られなかった。これらの結果から、選好照度は心拍数の変動係数には影響がないと考えられる。

3.3 色温度変化と心拍数の変動係数の関連

色温度による変動係数の変化を確認するため実験を行った。照度は 700 lx で一定とし、色温度が 3000 K, 3600 K, 4500 K における心拍数を測定した。被験者には、色温度変更後、5 分間の順応時間を設けたのちに 10 分間読書を行わせた。実験は 3 人に対して行った。各被験者の選好環境は順に、3000 K, 3500 K, 4500 K である。Fig. 4 に各被験者の変動係数の推移を示す。

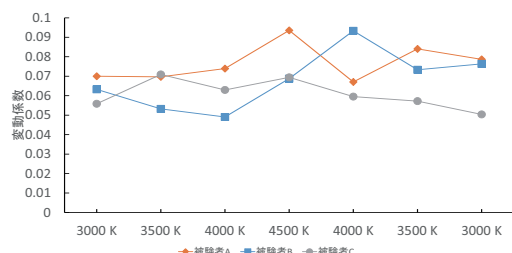


Fig.4 色温度と心拍数変動係数の関係

被験者 A のみ選好環境で変動係数が増加し、選好環境でリラックスを示す結果となった。しかし、A 以外の被験者は選好環境で変動係数が増加する結果にはならなかったため、選好色温度は心拍数の変動係数には影響がないと考えられる。本実験では色温度の条件を変更し、連続して実験を行ったため、実験の後半には被験者に疲れがたまっていたという可能性も考えられる。

3.4 照度・色温度連動変化と心拍数の変動係数の関連

本実験では、被験者がの選好環境と嫌悪環境を照明で構築させ、各環境において、読書時の変動係数の変化を検証した。選好環境と嫌悪環境では明確に差が生じると考えたためである。好む照明環境と好まない照明環境は Table 1 に示す 9 パターンから選択させた。

Table1 照度・色温度連動における条件

	300 lx	500 lx	700 lx
3000 K	パターン 1	パターン 2	パターン 3
3600 K	パターン 4	パターン 5	パターン 6
4500 K	パターン 7	パターン 8	パターン 9

実験は、Table 1 より選好環境を 1 つ、嫌悪環境を 2 つ選択させた後、各環境で 10 分間ずつ読書をさせた。なお、選好環境、嫌悪環境の基準は読書を行う際に快適な環境を意識させた。また、環境を変化させた後には毎回 5 分間、照度順応としての時間を設けた。各環境での変動係数の平均を Fig. 5 に示す。

どの被験者においても選好環境において変動係数が増加し、リラックス状態を示す結果は見られなかった。また、本実験は各被験者に対しそれぞれ 3 回行ったが、どの被験者も変動係数の推移に再現性は見られなかった。被験者 A の 3 回分の実験データを Fig. 6 に示す。

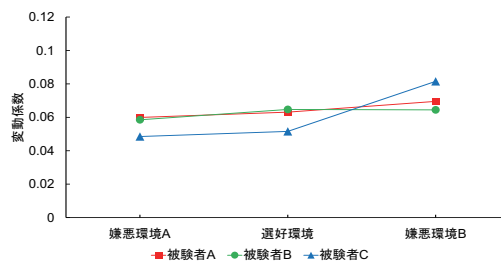


Fig.5 照度・色温度と心拍数変動係数の関係

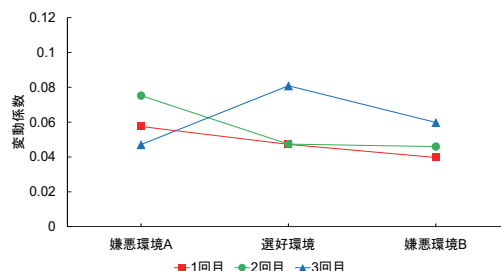


Fig.6 照度・色温度と心拍数変動係数の関係

Fig. 6 のように、選好環境で変動係数が小さくなり、ストレス状態を示す被験者が存在した。よって本実験からは、選好環境と嫌悪環境によって心拍数の変動係数に変化はなかった。

4 考察

今回の 3 つの実験で、選好環境と変動係数に決まった傾向が見られなかった。このことから、被験者が快適だと思う環境であっても、生体情報の示す値では快適に感じていないことがあると判明した。

また、再現性を完全には示さないながらも、選好環境でリラックス状態を示す被験者も存在した。

今回の実験では、読書中の心拍数を取得したが、読書中の心拍数ではあまり差が生じない可能性が考えられる。

5 今後の展望

心拍数と照明の有効な関連性が見られなかったため、今後は心電図と心拍数の関連性を検証する。心拍数を使用した場合との差異として、心拍数では有効数字が 2 桁であるのに対して、心電図であれば有効数字が 3 桁あるため変異が大きくなることが期待される。

また、心電図から求めた心拍数では、照度を変化させることで平均心拍数が減少するという研究もあったため、そちらも参考にして研究を進める予定である。³⁾

参考文献

- 1) 心拍数の平均値と変動係数との有用性の比較, 日本経営工学会誌 31(2), 175-180, 1980-09-30
- 2) 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 24(2), 62-69, 2012
- 3) 照明環境要素の生体への影響に関する研究, 照明学会誌 Vol.65, No.4 P171-175