

休憩時におけるリラックス照明環境探索システムの構築 -生体情報を用いた検証-

伊藤 稔
Minoru ITO

1 はじめに

近年、働き方改革の一環としてオフィス環境の改善に注目が集まっている。オフィス環境を改善することで執務者の快適性やリラックス効果が向上することが期待されている。また、IoT 技術の普及により、オフィスにおける様々なセンシングデータが取得可能となり、労働環境の改善への活用が期待されている。

本研究では、ウェアラブルデバイスを用いて心電図を取得することで、オフィス環境の改善を試みる。オフィス環境のうち、照明環境を改善することでストレスが軽減可能であるか検証する。本稿では、心電図を基にリラックス出来る照明環境を探索するシステムを構築し、システムの検証実験を行った。

2 心電図によるリラックス度合いの評価

人はストレスを感じた際、心拍数、心電図、脳波などの生体情報にストレスによる影響が生じる。本研究では、リラックス度の測定に心電図を使用した。Fig. 1 に心電図の概形を示す。心電図の波には P 波、Q 波、R 波、S 波が存在する。リラックス度の測定には R 波と R 波の間隔である R-R Interval (以下、RRI) を使用する。

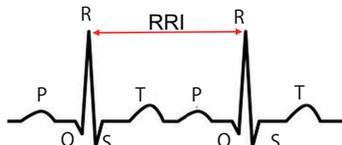


Fig.1 心電図の概形

また、RRI の値は常に一定ではなく、自律神経の影響を受け取得する度に変化する。Fig. 2 に心電図の特性を示す。

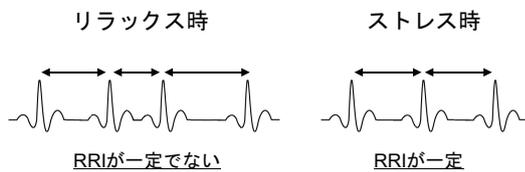


Fig.2 心電図の特性

Fig. 2 のように、ストレス時には RRI の変動が小さくなり、リラックス時には RRI の変動が大きくなる、これらの心電図の特性を利用し、休憩時の心電図から執務者のリラックス度合いとして利用できる CVRR を測定する¹⁾。

CVRR は、時系列データの標準偏差を平均で割った値

である。CVRR の値はデータのばらつきの大きさを示す。値が大きいほどデータ列のばらつきは大きい。

3 休憩時におけるリラックス照明探索システム

3.1 システム概要

本システムでは、執務者の心電図を取得し、一定時間ごとに照明環境を変更することで、人が生体的にリラックスしている照明環境を探索する。本システムのシステム構成図を Fig. 3 に示す。



Fig.3 システム構成図

Fig. 3 に示すように、本システムはウェアラブル心電計で取得した心電図を Android 端末を経由して 1 分毎に計算用 PC へ送信している。計算用 PC では Android 端末から送られてきた 1 分間の RRI データからリラックス度を算出し、後述のアルゴリズムを基に調光信号値を算出している。そして、算出した信号値を調光用 PC へ送信することで照明を変更している。

3.2 調光アルゴリズム

本システムでは、現在の照明環境と次の照明環境における CVRR を比較して照明環境を変更する。例として、次の照明環境における CVRR ($CVRR_{n+1}$) が現在の照明環境における CVRR ($CVRR_n$) よりも上昇した際の照明環境の変更先の候補を Fig. 4 に示す。

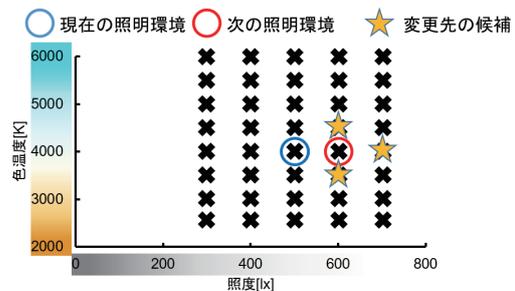


Fig.4 照明環境の変更先候補 ($CVRR_{n+1} > CVRR_n$)

Fig. 4 に示す照明環境の候補 3 つのうちからランダムに

どれか1つが選択され調光される。その際のアルゴリズムを以下に示す。

1. $CVRR_n$ と $CVRR_{n+1}$ を取得する
2. $CVRR_{n+1} > CVRR_n$ の場合、次の照明環境の周辺3環境のうち、どれか1つをランダムで選択
3. 次の照明環境を現在の照明環境に、選択した照明環境を次の照明環境に設定して手順1へ戻る

なお、手順2において $CVRR_{n+1} < CVRR_n$ であった場合、現在の照明環境の周辺3環境からランダムで選択される。本システムでは上記アルゴリズムを1分ごと複数回繰り返し、最も CVRR が大きくなった環境を生体的に最もリラックスした照明環境とする。

4 システム環境の検証実験

4.1 実験概要

上述のシステムによって提供された照明環境（以下、システム環境）の評価を行うための実験を行った。実験ではシステム環境と被験者が主観的に好みである環境（以下、好みの環境）、一般的なオフィスの照明環境（以下、標準環境）での比較を行った。システムの評価には CVRR と主観評価を使用した。主観評価では、各照明環境が自分の好みであるかを7段階で評価する。

4.2 実験手順

本実験にはシステム環境を探索する過程と各照明環境の評価を行う過程が存在する。初め、被験者は順応のために実験室で10分間待機したのち、10分間クレペリン検査を行う。クレペリン検査の後、システム環境を探索するため、30分間休憩を行う。休憩後、被験者が好みの環境を選択することで、好みの環境とシステム環境が決定する。その後、各照明環境での評価を行う。好みの環境、システム環境、標準環境のいずれかの照明環境で5分間休憩を行った後に、1分間で主観評価を行い、照明環境を変更する。これを3回繰り返し、各照明環境の評価を行う。

4.3 実験結果と考察

システム環境と好みの環境の照度・色温度の差を Fig. 5 に示す。各軸の値はシステム環境での値から好みの環境の値を引いた値である。

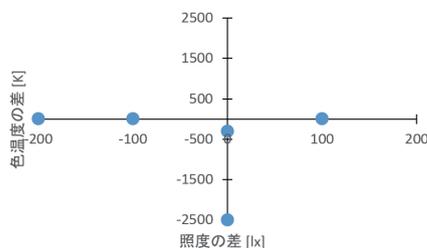


Fig.5 好みの環境とシステム環境の差

Fig. 5 より、照度の差はどの被験者においても ± 200 lx 以内であることが分かる。また、1名を除いて色温度に関してもほとんど差がないことがわかる。

次に、各照明環境での CVRR を Fig. 6 に示す。縦軸は

大きいほどより生体的にリラックスしていることを示す。

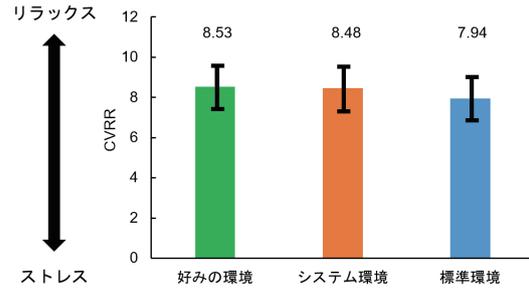


Fig.6 被験者5名の平均リラックス度

Fig. 6 のように、生体情報による評価においては好みの環境が最も高評価であることがわかる。また、個人ごとに比較を行うと、被験者5名中3名が好みの環境で最もリラックスし、2名がシステム環境で最もリラックスしていた。この結果より、システム環境が与える生体的な影響には個人差があることが考えられる。

また、各照明環境での主観評価を Fig. 7 に示す。縦軸は大きいほどより主観的にリラックスしていることを示す。

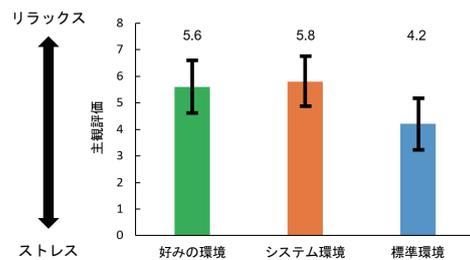


Fig.7 被験者5名の平均主観評価

Fig. 7 より、主観評価においてシステム環境が最も高評価であることがわかる。また、個人ごとに比較を行うと被験者5名中4名がシステム環境で最もリラックスし、1名が好みの環境で最もリラックスしていた。この1名は好みの環境とシステム環境の差が100 lx と、環境の差が小さい被験者であった。そのため、照明への拘りが強い人に対しては、システム環境は効果が薄い可能性がある。

5 まとめ

本研究では、心電図を活用し、人が生体的にリラックスできる照明環境を探索するシステムを構築した。実験により、本システムにより好みの環境に近い照明環境を再現することができ、主観評価において手動で選択した場合と同等以上のリラックス効果がある可能性を示した。

今後の展望としてアルゴリズムの改良により、よりリラックス出来る照明環境を探索すること、探索時間の削減を検討している。

参考文献

- 1) 高津浩彰, 宗像光男, 小関修, 横山清子, 渡辺興作, 高田和之, 心拍変動による精神ストレスの評価についての検討, 電気学会論文誌 C, pp.104-110(2000)