

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 24 日現在

機関番号：54502

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700742

研究課題名(和文) 個人特性を考慮したNIRS信号に基づく精神変動モデルの構築

研究課題名(英文) Construction of mental models based on NIRS signals that considered the personal characteristics

研究代表者

尾山 匡浩(OYAMA, TADAHIRO)

神戸市立工業高等専門学校・その他部局等・講師

研究者番号：80583749

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円、(間接経費) 540,000円

研究成果の概要(和文)：近年、ストレスを原因としたうつ病や心的外傷後ストレス障害などを引き起こす人が増加している。これを緩和するために生体情報を用いたストレスの定量化に関する研究が行われている。本研究では、その中でも脳血流の変化からストレスの定量化が可能か検証することを目的とする。ストレス状態を仮定するために被験者に長時間の暗算を課し、その際の脳血流を計測した結果、リラックス状態での血流と比較して血中のヘモグロビン濃度の増加が見られた。また、計測した信号から被験者の状態の自動判別を試みた。その結果、ストレスの定量化を行える可能性があることを確認できた。

研究成果の概要(英文)：In recent years, the person that causes various disease due to stress increased. Studies on the quantification of stress using biological information in order to alleviate the stress were performed. In this research, we verify whether quantification of stress is possible from change of the cerebral blood flow that is one of the living body information. As a result of the verification experiment, we can confirm that the stress level might be able to be quantified from the cerebral blood flow.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学 応用健康科学

キーワード：NIRS ストレス SVM 生体信号

1. 研究開始当初の背景

近年、職場や家庭などで受けるストレスが原因で、うつ病や心的外傷後ストレス障害などの精神障害や脳梗塞や心筋梗塞などの病気を引き起こすことが社会的な問題になっている。そのため、このストレスを緩和していく必要がある、そのために様々な研究が行われ、数多くのストレス低減商品等も出てきている。しかし、このストレスは個人によって受け取り方が異なる為、判断基準があいまいであり、本当にストレスが緩和されているかどうかはわかりにくい。そこで本研究ではストレスの定量化に着目する。現在、ストレスにより心電図、脈拍、抹消皮膚温度、呼吸、皮膚電気伝導、眼球運動、脳波、または体内の化学物質に変化が生じることは知られている。しかしながら、脳血流とストレスとの関係性を明確にしている研究はあまり見られない。

2. 研究の目的

本研究では脳血流の変化からストレスを定量化することを考える。この脳内血流変化は近赤外線分光法 (Near Infrared Spectroscopy: NIRS) で計測することができる。NIRS は、近赤外光を投射することにより脳内の酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)や脱酸素化ヘモグロビン(deoxy-Hb)の濃度変化を測ることができるため、脳機能の計測法として利用されている。他にも脳機能測定法として機能的核磁気共鳴装置(fMRI)や陽電子放射型断層撮像法(PET)などがあるが、これらは大型の装置が必要で実用的ではない。その点 NIRS は、非侵襲で取り扱いやすく、可搬性や環境ノイズに対する耐性にも優れて

いるという特徴を持つため本研究では NIRS を使用する。NIRS は、脳血流変化を観測するために照射用と受光用の2つのプローブをセットで装着する必要がある、プローブ数が多くなると手間がかかってしまい、プローブの着脱自体が被験者に対するストレスとなってしまう恐れがある。そこで本研究では、簡易型の NIRS を用いることでこの問題の解決を図る。この簡易型の計測装置を用いて、測定された脳血流変化とストレスとの関係性を評価可能か検証することが目的である。

3. 研究の方法

本研究の最終的な目標は、NIRS によって計測された脳血流変化の特徴からストレス評価モデルを構成し、それを用いてストレス度合いを推定することである。本稿では、その初期段階として、推定が実現可能か検証するために以下の事項を行う。

① NIRS による血流濃度変化の計測

まず NIRS を用いて脳の前頭前野部で脳血流濃度変化の計測を行う。この計測の際には、被験者に対してストレスを付加した状態、すなわち被験者がストレスを感じているという状態を作り出す必要がある。そこで本研究では被験者に対して、クレペリンテスト(暗算)を長時間実施した場合(集中作業時におけるストレス)の状態で行う。

NIRS により計測される信号は血流の変化量であり、相対的なデータである。そのため、基準となるような安静状態での計測が必要である。そこで、ストレス作業前には音楽を聴取してもらうなどの事前準備をすることで被験者の精神が落ち着いている安静状態

を作り出す。ストレス作業中の計測では、ストレス付加作業を繰り返し行うことができるので、その回数により被験者のストレス度合いも変化してくると考えられる。

② NIRS 信号の特徴抽出

本研究で使用予定の計測装置は 2 チャンネルで信号計測が可能であり、NIRS によって酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)や脱酸素化ヘモグロビン(deoxy-Hb)の各濃度変化を計測できる。そのため、本研究では合計 4 つの NIRS 信号を用いてストレス度合いの推定を試みる。脳血流を計測する装置の中では、NIRS は比較的分解能が高いため、時間周波数関係の特徴量として使用できると考えられる。そのため本研究では、Hb 濃度の変化量や各信号間の相関値、加えて各信号の周波数成分などの特徴量を NIRS 信号から抽出する。数秒間のデータから抽出された特徴量を 1 つの特徴ベクトルとして定義し、新しい特徴空間を構成する。

③ ストレス度合いの判別

作成された特徴ベクトルを用いて、被験者の状態推定を試みる。判別器には、未知データの分類に適しているとされるサポートベクターマシン(SVM)を用いる。この SVM を用いて被験者がタスク状態か休息状態かの判定を行う。

4. 研究成果

実際に被験者 3 名に対して、比較的簡単なタスク(暗算)を長時間行っている時の脳活動を計測する。具体的なタスクに関しては、予備実験の結果より 1 桁の数字の加算を行っ

てもらおう。このタスクと休息を繰り返し行い、そのたびに脳血流を計測する。

図 1 に実際にタスクを行った時の脳血流の変化をグラフとして表す。この結果は、休息とタスクを交互に 60 秒ずつ繰り返したものとなっている。これを見ると、タスク時に脳血流の量が増加していることがわかる。

また、計測した NIRS 信号に対して特徴抽出を行うことで特徴ベクトルを作成するとともに、SVM や他の識別器(閾値, 最近傍法)を用いて休息時と暗算時の推定が可能か検証を行った。推定精度を表したグラフを図 2 に示す。

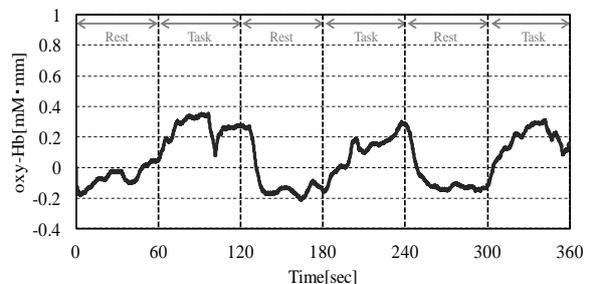


図 1 : NIRS 信号の例

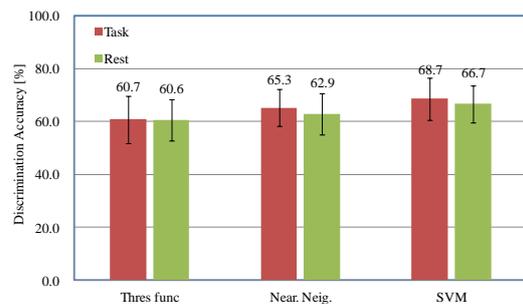


図 2 : 推定精度

図 2 の結果より、被験者 3 名の平均として約 68%程度の精度でタスク状態か休息状態かの判別を行うことができた。これより、ストレスの定量化を行える可能性があることがわかった。今後は、ストレス負荷の種類を増加させた場合の検証を行っていく必要があると言える。

5. 主な発表論文等

(研究代表者, 研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 2 件)

[1] Tadahiro Oyama et.al., “Analysis of prefrontal cortex activity based on NIRS signal”, Proc. of 2014 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits and Signal Processing (NCSP'14), pp.558-561, March 2014

[2] 尾山 匡浩 他, “BCIのための簡易計測装置を用いた生体信号の解析”, 平成 25 年電気学会 電子・情報・システム部門大会 講演論文集, pp.1705-1708, 2013 年 9 月

6. 研究組織

(1)研究代表者

尾山 匡浩 (OYAMA TADAHIRO)

神戸市立工業高等専門学校

電子工学科 講師

研究者番号 : 80583749