

脳活動計測と機械学習によるユーザのストレス状態評価

- 特徴量による識別率の比較 -

日大生産工(院) ○王 浩博 日大生産工 柳澤 一機

1. 緒論

メンタルヘルス不調の予防のため、厚生労働省はストレスチェック制度を義務化した。労働者が50人以上いる事業所では、2015年12月から、毎年1回この検査を全ての労働者に対して実施することが義務付けられている。ほとんどの場合、ストレスチェックは質問紙を利用しているが、質問紙による主観的評価は定量性に問題があり、ストレス状態を正確に評価することは難しい。

ストレス状態を定量的に評価する方法として、脳活動からストレスを客観的評価する試みが注目されている。

本研究では近赤外分光法 (NIRS : Near Infra-Red Spectoroscopy) で計測した脳活動情報から、ストレス状態の評価に有効な特徴量の検討を行い、サポートベクターマシン (SVM : support vector machine) を用いてストレス状態を分類する。

2. NIRSによる脳活動計測とストレス評価

NIRSとは、生体透過性の高い近赤外光 (波長700~900nm) を頭部に照射し、吸収と散乱によって減衰した近赤外光を検出することで酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)と脱酸素化ヘモグロビン(deoxy-Hb)の濃度を算出することで脳活動の変化を計測できる非侵襲的計測方法である。一般に脳が賦活したときoxy-Hbは上昇し、deoxy-Hbは減少する。また、空間分解分光法を用いることで、皮膚血流の影響を受けにくい酸素飽和度を計測することができる。

先行研究では、前頭前野の左右活動バランスがストレス反応に対して関係していることを指摘している^{1,2)}。心身にストレスを感じた人は右側の前頭前野の活動が左側よりも大きく、逆にストレスを感じていない人は左側の前頭前野の活動が右側より大きいことを報告している。

3. 実験方法

今回識別に使用したデータは、賛同が得られた関東近郊の7つの中小企業で1日6時間以上勤務する就労者37名を対象に2018年9月から2018年12月の期間に実施した実験の前頭前野の脳活動と残業時間である。各実験参加者には1か月間、月・金曜日の就業前に脳活動計測と毎週残業時間の調査を行った。脳活動計測は60秒安静後33秒ワーキングメモリ課題と15秒のコントロール課題を4回計測した。

脳活動計測装置として、アステム社製ウェアラブルNIRS Hb132を用いた。Hb132ではヘッドバンドの前部分5か所にセンサがつけられ、脳活動を0.5秒毎に計測する。装着が手軽であり、軽量かつ小型であるため使用者に与える負担は少ない。

ストレス状態と脳活動の関係を明らかにするために、実験参加者を残業時間の長さで3つの群、①残業時間低群：1時間以下 (該当24データ)、②残業時間中群：1時間から110時間 (56データ)、③残業時間高：10時間以上 (18データ) に分けた。

4. 実験結果

4.1 特徴量の検討

先行研究³⁾を参考に、ストレス状態を識別するための特徴量として、oxy-Hb, deoxy-Hb, 酸素飽和度、それらの微分値について、安静時・課題時それぞれの平均値を求めた。また、活動左右差からストレス状態を評価する指標として課題時の脳活動の左右差に注目した指標である (RLS : Right laterality ratio score)¹⁾、安静時の活動左右差に注目した指標である (LIR : Laterality Index at Rest)²⁾を算出した。

残業時間との関係が確認できた特徴量として、図1に安静時のoxy-Hbの微分値、図2に安静時の酸素飽和度の微分値、図3にLIRの各群の平均値を比較した結果を示す。

Proposal of Evaluation of User's Stress State by Brain Activity Measurement and Machine Learning

- Comparison of Identification Rates by Features -

WANG HAOBO And YANAGISAWA KAZUKI

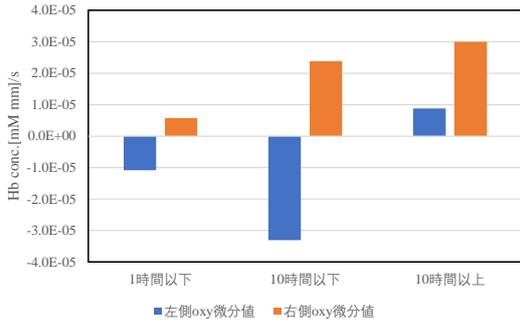


Fig. 1 安静時 oxy-Hb 微分値と残業時間

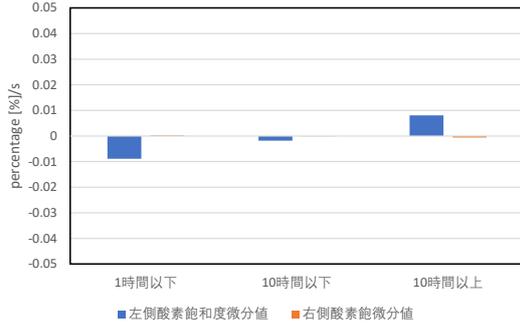


Fig. 2 安静時の酸素飽和度の微分値と残業時間

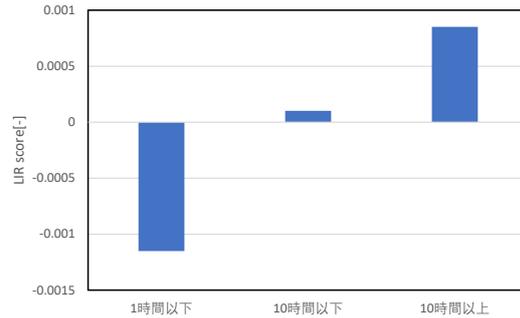


Fig. 3 LIR 酸素飽和度と残業時間

図1の安静時のoxy-Hbの微分値の結果では、前頭前野右側の平均値が残業時間が増えるほど増加した。酒谷らの先行研究においても、高いストレス状態であるほど、前頭前野右側の脳活動が高い傾向を示すことを報告しており^{1,2)}、先行研究と一致する結果を得た。

図2の酸素飽和度の微分値の結果については左側の平均値が残業時間が増えるほど増加したが、その値は非常に小さかった。反対に右側の酸素飽和度の微分値はほぼ変わらない値を示した。

図3の酸素飽和度のLIRの結果では、残業時間が増えるほど、値が増加する傾向を示した。これは残業時間が長いほど、安静時に右側の脳活動が賦活することを示しており、先行研究の報告と一致する傾向を得た^{2,3)}。

4.2 SVMによる識別

前述した3種類の特徴量をSVMに入力し、ストレス状態を分類できるか検証を行った。識別には線形SVMを使用した。検証はleave one out方式で交差検定を行い、正解率を求めた。

検証結果は正解率が57%であり、高い精度でストレス状態を識別することができなかった。識別結果の詳細を見ると、ストレス中群の識別率は100%だったが、ストレス低群とストレス高群の識別率は0%であり、最もデータ数が多いストレス中群にすべてのデータが識別されていた。

この原因として、3つの群のデータ数が大きく異なり、ストレス中群にデータ数が多いことの影響が考えられる。検証時に各群のデータ数の違いによる影響を少なくするように交差検定を行う必要がある。

また、残業時間との関係性が確認できなかった特徴量についても入力する場合についても検討を行ったが、こちらも50~60%程度の正解率であり、十分な精度で識別することはできなかった。この点については、特徴量の定量的な評価を行うことで改善できる可能性がある。

5. まとめ

本研究ではNIRSで計測した脳活動情報から、ストレス状態の評価に有効な特徴量の検討を行い、SVMを用いてストレス状態を分類した。

検討した結果は安静時の前頭前野右側のoxy-Hbの微分値、酸素飽和度のLIRは先行研究と一致する傾向を示し、ストレスに関連性が高い特徴量であることを確認した。

しかし、SVMによるストレス状態の分類は十分な精度で識別することができなかった。今後は特徴量の定量的な評価と各群のデータ数の違いを考慮した交差検定を行うことで正解率の向上を試みる。

参考文献

- 1) 酒谷薫, 谷田正弘: ストレスの評価, NIRS-基礎と臨床, 新興医学出版社, 2012.
- 2) 湊田 悠子 他 : NIRS による安静時前頭前野脳活動の左右差とSTAI 相関性 : 統計的検定, 情報処理学会第76回全国大会, pp.4-581-4-582, 2014
- 3) 山岸恒平: ウェアラブル NIRS を用いたストレス状態の評価に関する研究, 修士論文, 2020