

ウェアラブル NIRS を用いた ドライバの覚醒度低下検出に関する研究

日大生産工(院) ○門井 健介 日大生産工(学部) 江口 義朗 日大生産工(学部) 長野 剛平
日大生産工 柳澤 一機 日大生産工 綱島 均

1 緒言

多様な運転状況におけるドライバの脳活動を計測し、運転状況と脳活動の関係性を分析することができれば、運転支援システムをはじめ、様々な安全分野への応用が期待できる。

脳機能計測装置について、脳活動を非侵襲で計測ができるようになり、運転中のドライバの脳活動を計測、評価する研究が行われるようになつた。特に近赤外分光法(Near Infrared Spectroscopy: NIRS)は、運転中のドライバの脳活動を自然な状態で計測可能である。しかし、使用されている計測装置は、一般に大型で、着脱に時間がかかること、装置自体が実験参加者に負担を強いることなど問題があり、実車への応用が困難であった。

最近、前頭前野の脳活動を完全ワイヤレスで計測できるウェアラブルNIRS計測装置が開発され、様々な分野への応用が期待されている。本研究ではウェアラブルNIRS計測装置を用いて、運転中のドライバの覚醒度低下を前頭前野から検出可能か検証するための予備検討を行つた。

2 近赤外分光法(NIRS)

NIRS は近赤外光が生体を通過する際にヘモグロビンに吸光されることを利用して、脳の活動を間接的に計測する非侵襲的計測方法である。人の脳において神経活動が起こると、その周辺の限られた領域の血管が拡張して血流が増加する。これに従い毛細血管も拡張するため組織に含まれる血液量が増加し、血液中の酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)と脱酸素化ヘモグロビン(deoxy-Hb)の近赤外光の吸収度が変化する。この変化量を、2波長以上の近赤外光を用いて検出するのがNIRSの基本的な原理である。

3 実験方法

実験はインフォームドコンセントを得た運転免許を所持している成人男性4名を対象に

NIRS 計測装置を用いて、ドライビングシミュレータ運転時の脳活動を計測した。実験デザインおよび走行コースを図1に示す。実験デザインについて安静1分、走行1時間、安静1分のセットを各実験参加者1回行った。走行コースについて横6500m、縦3250m、カーブ曲率半径1300m、4車線(片側2車線)の8字コースを用いた。先行車を100km/hで第一通行帯を走行させ、実験参加者に車間距離が一定になるように追従走行させた。走行中のドライバの前頭前野4箇所の oxy-Hb, deoxy-Hb を、アステム社製 Hb-131S を用いて計測した。また操舵情報としてステアリング角と道路左端からの車両の横変位を計測した。さらに、ドライバの顔画像をビデオカメラにより計測した。

NIRSデータは離散ウェーブレット変換¹⁾を用い、8秒以下の周波数成分を除去した上で、60秒毎の平均値を算出した。また、操舵情報については、ステアリング角からステアリングエントロピー²⁾を最初の60秒のデータを基準値として算出した。

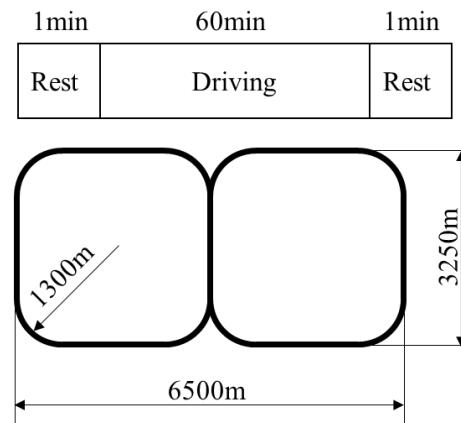


Fig. 1 Experiment Design and Driving Course

Study of detection of driver's sleepiness using wearable NIRS

Kensuke Kadoi, Yoshiaki EGUCHI, Kohei NAGANO,
Kazuki YANAGISAWA and Hitoshi TSUNASHIMA

車両の横変位から60秒毎の標準偏差を算出した。顔表情から、実験参加者の60秒ごとの眠気評価³⁾を行った。これらをドライバの覚醒状態の指標とし、脳活動と覚醒度との関係を調べた。

4 実験結果および検討

実験結果について、実験参加者4名中1名を睡眠不足による影響で除外した。ここでは、実験参加者3名の中で顔表情評価、ステアリングエントロピーと車両横変位の標準偏差の変化が大きかった実験参加者Dについて考察する。走行時の前頭前野左内側2chのoxy-Hbとdeoxy-Hbを図2に示す。ステアリングエントロピー、車両横変位の標準偏差、顔表情評価の結果を図3から図5にそれぞれ示す。

これらの図より、時間の経過とともにステアリングエントロピー、車両横変位の標準偏差は実験後半になって上昇し、覚醒度が低下したと考えられる。このことは、顔画像の評価からも実験の後半で眠気が増加したものと考えられる。また、図2から、oxy-Hbが実験の後半において、減少傾向にあることがわかる。この傾向は実験参加者3名全員で確認でき、ドライバの前頭前野をウェアラブルNIRS計測装置で計測することで、覚醒度低下を検出できる可能性があると考えられる。

5 結言

本研究ではドライビングシミュレータを使用して、ウェアラブルNIRS計測装置を用いて、運転中のドライバの前頭前野の脳活動を計測した。その結果、ステアリングエントロピー、車両の横変位の標準偏差は、眠気の増加により上昇すること、oxy-Hbは、眠気の増加により減少傾向を示すことを確認した。今後は、実験参加者を増やして検証を継続する予定である。

本研究はタカラ財団平成29年度助成研究事業の助成を受けて実施したものである。

「参考文献」

- 柳澤一機、綱島均、NIRSによるドライバの状態評価に関する基礎的検討、日本機械学会第22回交通・物流部門大会講演論文集、(2013) pp.215-218.
- 伊藤敏行、中山沖彦、アーウィン・ボア、車載情報機器に関する自工会安全性ガイドラインの制定とステアリングエントロピー法による運転者負荷評価、国際交通安全学会誌、vol. 26, No.4 (2001) , pp.243-248.
- 北島洋樹、沼田伸穂、山本恵一、五井美博、自動車運転時の眠気の予測手法についての研究 第1報、眠気表情の評定法と眠気変動の予測に有効な指標について、日本機械学会論文集(C編) 63巻, 613号 (1997), pp. 3059-3066.

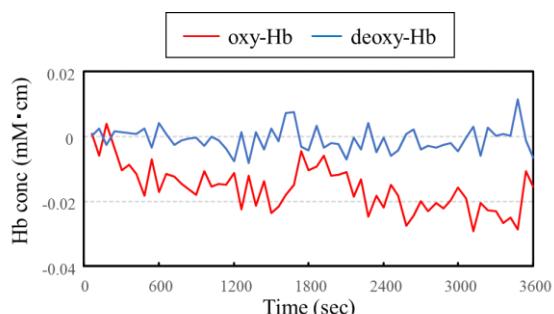


Fig. 2 Measured NIRS signal (Participant D, 2ch)

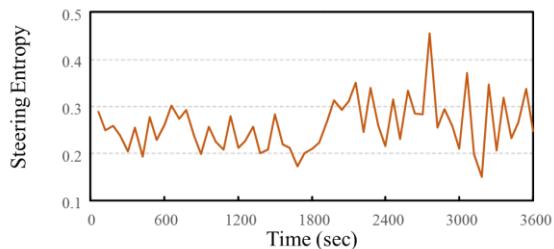


Fig. 3 Steering Entropy

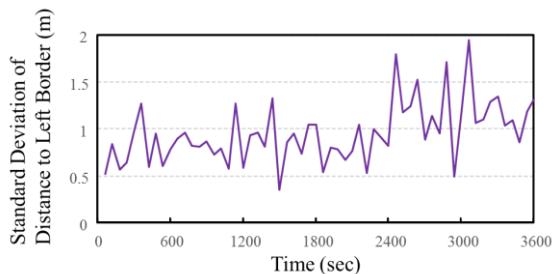


Fig. 4 Standard Deviation of Distance to Left border

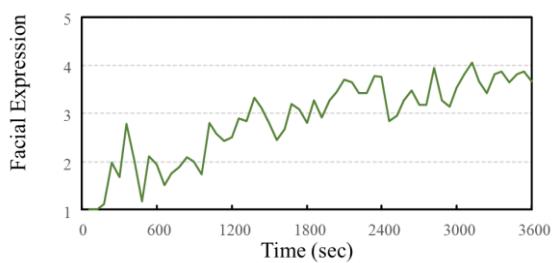


Fig. 5 Facial Expression