

簡易なドライビングシミュレータを用いた 生体情報と車両の操作情報によるドライバ眠気推定

村上 雅彦[†] 北村 翼[†] 松原 大[†] 南 基大[†] 鈴木 隆元[†]

株式会社エイチアイ[†]

1 はじめに

日本での交通死亡事故の原因としてドライバの漫然運転が数多く報告されており、要因となるドライバの覚醒水準を認識するシステムの必要性が高まっている。現在まで、生体情報や車両の操作情報とドライバの覚醒水準の関連について活発に研究が行われている。PERCLOS(Percent of Eyelid Closure)は直近60秒間のドライバの閉眼時間の割合で眠気推定に有効と言われており[1]、測定時のドライバへの肉体的負担もない。車両の速度、加速度、躍度、ステアリング角、アクセル踏込量、ブレーキ踏込量も眠気との関連が報告されており[2]、取得は車両の標準装備のみで可能である。リアルタイム・ステアリングエントロピー[3]はドライバのステアリング制御の滑らかさを定量化するものであり、眠気との関連が報告されている。カロリンスカ眠気尺度[4, 5]は9つの項目から当てはまる主観的な眠気の強さを評価したもので、行動パフォーマンスの変動の反映が報告されている。

本研究では、試作した簡易なドライビングシミュレータによる走行実験によって得られた車両の操作情報とドライバの生体情報から、同時に収集したカロリンスカ眠気尺度に基づく主観眠気値のニューラルネットワークと線形回帰による推定について報告する。

2 ドライビングシミュレータと走行実験

本研究ではUnity[6]を用いて、自車両の速度、加速度、躍度、ステアリング角、アクセル踏込量、ブレーキペダル踏込量、カロリンスカ眠気尺度に基づく主観眠気値を20Hzで収集する簡易なドライビングシミュレータを作成した。

ドライビングシミュレータの概要は次のようなもの

Driver drowsiness estimation from biological and vehicle operation information on a simple driving simulator

Masahiko Murakami[†], Tsubasa Kitamura[†], Dai Matsubara[†], Motohiro Minami[†] and Takaharu Suzuki[†]
HI Corporation[†]

である。運転操作が単純になり眠気が比較的発生しやすい高速道路を模した、一定の車線幅の直線道路を走行する。道路上にはドライバが操作する自車両と、同一車線を60km/hから80km/hのランダムな速度で走行する先導車両が存在する。自車両に対して風や道路のたわみ等によって発生するハンドルのブレを疑似的に再現することによって、ハンドル操作を必要とする。主観眠気値は常時表示されており、ドライバが任意のタイミングでコントローラから変更可能である。

これを用いて走行実験を行った(図1)。実験参加者は22歳から40歳までの男性5名で1人につき3時間のデータを取得した。また、実験参加者の顔の映像を30Hzで記録する。

実験の概要は次のようなものである。60分の間自車両を運転し、一定間隔を保ちながら先導車両を追跡する。自車両の操作はハンドルコントローラとペダルコントローラによって行う。画面の右上に提示される主観眠気値をコントローラ上のボタンにて操作し、主観的に眠気の評価を行う。



図1: 簡易なドライビングシミュレータによる走行実験

3 推定

以下に眠気推定に用いる9つの説明変数を列挙し、記号とカロリンスカ眠気尺度に基づく主観眠気値との相関係数を併記する。ここで、標準偏差とは対象の時刻から過去480秒間の標本標準偏差を指す。

PERCLOS(P, 0.556), 速度の標準偏差(SpS, 0.588), 加速度の標準偏差(AS, 0.471), 躍度の標準偏差(JS,

0.516), ステアリング角の標準偏差 (StS, 0.387), アクセル踏込量の標準偏差 (APS, 0.232), ブレーキペダル踏込量の標準偏差 (BPS, 0.380), リアルタイム・ステアリングエントロピー (RSE, 0.103), リアルタイム・ステアリングエントロピーの標準偏差 (RSES, 0.164).

これらのうち, PERCLOS のみを説明変数に用いた際の推定精度と, これに車両情報のうちいくつかを加えた際の主観眠気値の推定精度を検証する.

全実験を通してのデータのうち 2 割をテスト用に分離し, 残りを眠気推定モデルの訓練用に用いた. 眠気推定モデルには線形回帰分析とニューラルネットワークの 2 つを採用し, 評価は推定値と真値の誤差が 1.5 以内であった推定を正解とした場合の正解率をもって行う.

線形回帰分析では, $2^9 - 1$ 通りの説明変数の組み合わせのすべてについて訓練用データ中で 5 分割交差検証によって正解率 (交差検証正解率) を求め, 説明変数の数ごとにもっとも交差検証正解率の高い組み合わせのテスト用データにおける正解率を求めた (図 2).

ニューラルネットワークの隠れ層は 3 層かつニューロン数はそれぞれ入力変数の数+2 に設定し, PERCLOS に 1 変数を加えた 2 変数, そして PERCLOS に 2 変数を加えた 3 変数のそれぞれについて全組み合わせ (それぞれ ${}_8C_1, {}_8C_2$ 通り) で訓練用データ中で 5 分割交差検証を行い, それぞれもっとも正解率が高い組み合わせについてテスト用データにおける正解率を求めた.

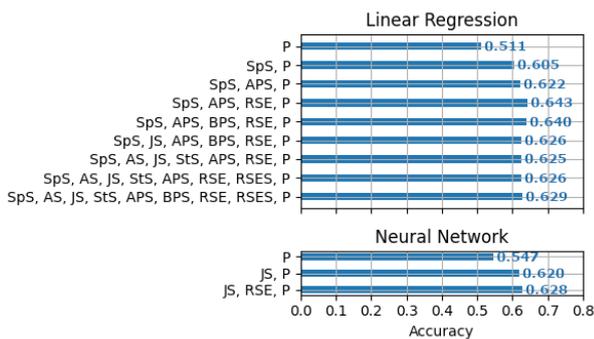


図 2: ニューラルネットワークと線形回帰による分析

4 おわりに

本研究では簡易なドライビングシミュレータによる走行実験において, ドライバに対して非接触で得られる PERCLOS と車両の標準装備から得られる操作情報を用いて, 線形回帰やニューラルネットワークによって

カロリンスカ眠気尺度に基づく主観眠気値をある程度推定することができた. 今後はより実際の車での状況にあわせた検証を行っていききたい. ニューラルネットワークを用いた回帰分析についてはネットワーク構造の最適化や選択する変数の増加など精度向上の余地がある. 本研究で取り上げた特徴量による眠気推定の精度向上は今後の課題である. また, 次元削減を行うことによる変数選択の探索範囲の縮小を行うことでニューラルネットワークの訓練を効率化していきたい. また主観的な眠気の評価は参加者によって異なるため, [7] などの客観的な眠気を導入していきたい.

参考文献

- [1] W. W. Wierwille, S. S. Wreggit, C. L. Kirn, L. A. Ellsworth, R. J. Fairbanks, Research on Vehicle-Based Driver Status/Performance Monitoring; Development, Validation, and Refinement of Algorithms For Detection of Driver Drowsiness, National Highway Traffic Administration Final Report: DOT HS 808 247 (1994).
- [2] 久米 拓弥, 内藤 貴博, 石田 健二, 河合 政治, 松永 真也, 西井 克昌, 北島 洋樹, 車載装備を利用した漫然状態の検出および解消手法の開発, 自動車技術会論文集 45 (3) (2014) 567-572.
- [3] 近藤 崇之, 山村 智弘, 久家 伸友, ミュゲル ペレス, 寸田 剛司, 運転者負荷定量化のためのリアルタイム・ステアリングエントロピー法の開発, 自動車技術会論文集 46 (1) (2015) 167-172.
- [4] T. Åkerstedt, M. Gillberg, Subjective and objective sleepiness in the active individual, *Int J Neurosci.* 52 (1-2) (1990) 29-37.
- [5] K. Kaida, M. Takahashi, T. Åkerstedt, A. Nakata, Y. Otsuka, T. Haratani, K. Fukasawa, Validation of the Karolinska sleepiness scale against performance and EEG variables, *Clinical Neurophysiology* 117 (7) (2006) 1574-1581.
- [6] Unity Technologies, Ver. 2018.4.28f1.
- [7] 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 (613) (1997) 3059-3066.