

運転当日の睡眠時間統制下における 就寝時アクチグラフを考慮したドライバの眠気レベル推定

情報科学科 森田 賢徳

指導教員：小栗 宏次

1 はじめに

居眠り運転は、重大な事故に直結するリスクが高まるためドライバの眠気を検知し覚醒させるシステムの開発が進められている。しかし、現在のドライバの眠気検知装置は、リアルタイムにおける眠気検知を行っているため事故を未然に防ぐには限界があると考えられる。そこで、本研究では、ドライバの眠気予測を行うために運転中の居眠りの最も高い要因 [1] と言われている睡眠に着目をし、ドライバの眠気レベル推定に有効であるかを検証する。

2 就寝時と運転時の自律神経活動

Pejovic ら [2] は、同一睡眠時間でも SWS(Slow-wave Sleep) が少ないと睡眠不足の時に見られる反応時間の低下、日中の強い眠気が発生すると述べている。本研究で予備実験として就寝時と運転時の心電図計測を行った。22 日間の SWS 時の LF/HF(交感神経活動) の最小値と運転時の LF/HF の S.D. の関連結果を図 1 に示す。

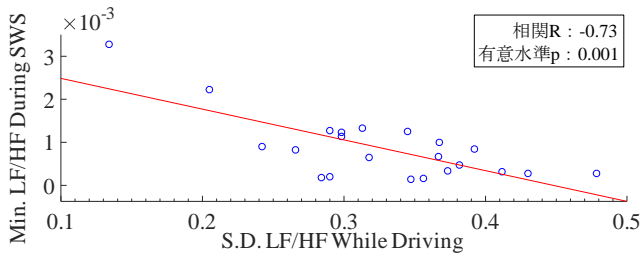


図 1 運転時と就寝時の交感神経活動の相関

図 1 より SWS 時の LF/HF が高いと、運転時の LF/HF の S.D. が小さくなる傾向がある。すなわち、運転時の心拍のゆらぎ幅に影響があると考えられる。

3 ドライバの眠気レベル推定手法

3.1 基底心拍数を用いた運転時心拍数の規格化

図 2 に示す運転時心拍数の眠気レベル別多重比較検定結果によると眠気レベル Low,Middle で有意差が見られなかった。すなわち、節 2 の結果でも見られた日差が考慮されていない。そこで、一般に 1 日の中で最も心拍数が低下すると言われる徐波睡眠時の心拍数を基底心拍数として式 (1) に従い運転時心拍数の規格化を行う。ここで、SHR(Standardize Heart Rate)% は規格化心拍数、 HR_{base} [bpm] は就寝時基底心拍数、 HR (Heart Rate) [bpm] は運転時心拍数である。SHR では、運転当日の基底心拍数が考慮されているため図 3 に示すように眠気レベル Low,Middle,High いずれにおいても有意差が見られた。よって、本研究では SHR を眠気レベル推定時の有効特徴量として使用する。

$$SHR = \frac{HR}{HR_{base}} \quad (1)$$

3.2 就寝時アクチグラフを考慮したドライバの眠気レベル推定

運転当日の就寝時アクチグラフ、運転時の心拍情報、運転時の呼吸情報から特徴量を抽出する。得られた特徴量を入力パターンとして Adaboost による識別及び学習により、眠気レベルを推定する。

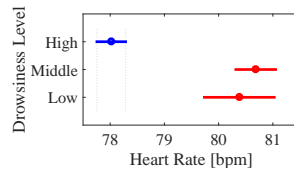


図 2 HR の多重比較検定結果

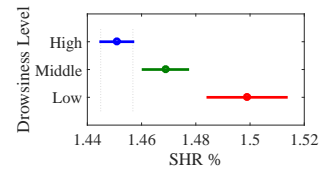


図 3 SHR の多重比較検定結果

4 実験方法

ドライバの眠気レベル推定において運転当日の就寝時アクチグラフの有効性を検証するために、睡眠時間統制下における運転当日の就寝時アクチグラフから心拍数、呼吸数、睡眠段階の計測を図 4 に示す環境で行う。また、ドライビングシミュレータを用いた居眠り運転計測を図 5 に示す環境で行う。被験者は、インフォームドコンセントを取得した健康な学生 8 名 (21 歳) である。

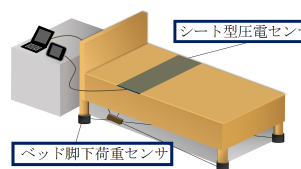


図 4 就寝時アクチグラフ計測



図 5 居眠り運転模擬計測

5 評価方法

本研究では、北島ら [3] に従い顔表情による眠気レベルを評定し、評定結果と推定結果の一致率を正解率として評価する。

6 実験結果

図 6 より眠気レベル推定精度は 6% 向上し 73.6%, 相関 0.65 となり、従来の手法を上回る結果が得られた。また、図 7 より節 3 で示した手法により特に眠気レベル Low,Middle の推定精度が向上したため、運転当日の就寝時アクチグラフを考慮することの有効性が示唆された。

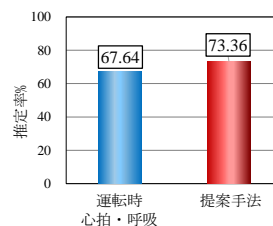


図 6 眠気レベル推定結果

推定率	運転時心拍・呼吸	提案手法
Low	48	61
Middle	40	51
High	75	77

図 7 眠気レベル別推定率

参考文献

- [1] 国土交通省自動車局, “過労運転に起因する事故及び突発的な体調変化に起因する事故の防止策の実効性向上に向けて”, 平成 26 年 9 月
- [2] Pejovic *et al.*, “Effects of recovery sleep after one work week of mild sleep restriction on interleukin-6 and cortisol secretion and daytime sleepiness and performance.”, *Am J Physical Endocrinol Metab* 305:E890-E896,2013
- [3] 北島ら, “自動車運転時の眠気の予測手法についての研究 (第 1 報)”, 日本機械学会論文誌, 1997