

ドライブレコーダ画像における区画線の幾何学的相対位置を利用した ドライバの眠気レベル推定

小田 賢 指導教員：小栗 宏次

1 はじめに

自動車が生じた事による弊害の一つとして交通事故がある。かつて交通戦争という言葉が流行した 1970 年に交通事故死者数が 16,765 人の過去最悪を記録してから、2012 年にはその約 4 分の 1 にまで減少した [1]。これは自動車業界全体で取り組んできた車両の安全性能向上の成果であるといえる。しかし現在の交通事故原因を見てみると居眠り運転を含む漫然運転が 17.8 % と大きな原因の 1 つとなっている。また貸切バスの運転者に対するアンケートの結果において、運転中の睡魔や居眠りの経験があると回答した運転者は 89.7 % も存在する [2]。そのため、居眠り運転は身近な重大事故原因であるといえる。

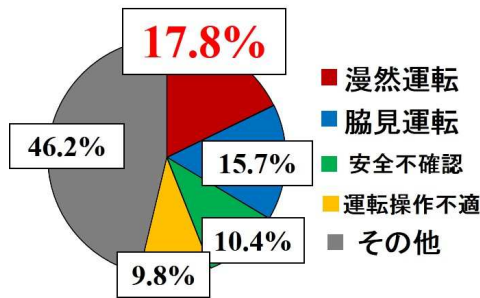


図 1 交通事故原因

この居眠り運転を防ぐため、事業用自動車に対する安全への取り組みとして事業用貨物自動車にドライブレコーダの装着を義務付ける試みが行われている。ドライブレコーダの活用方法としては主に事故発生時の対応や運転者教育への活用、燃費の向上などがあげられる。またドライブレコーダを用いた研究では、ドライブレコーダを用いた運転診断や画像解析による危機的状況の取り出し、地図情報を用いたヒヤリハットエリアの作成などが行われているがこれらは運転後のドライバへのフィードバックであり、運転中のドライバに対するフィードバックはあまり研究されていない。

そこで本研究ではドライブレコーダにより記録された前方映像から道路環境情報として道路の区画線情報を用いて、ドライバの眠気に関連する特徴量を取り出し、それに基づいたドライバの眠気レベル推定を行う方法を提案する。これにより、いつ起きかわからない危険状況の検知に役立てることを目的とする。

2 眠気の評価手法

ドライバの居眠り運転を推定する研究では、眠気の正解値として用いられるものとして、心電図から得られる交感神経・副交感神経の活動指標や脳波から得られる α 波 [3]、アンケートによる主観評価 [4]、そしてビデオ映像からの顔表情値など数多くある。この中でも、ドライバの顔表情は眠気評定基準として実用的であるとされている。本研究では北島ら [5] が提案した顔表情評定値 5 段階 (1-5) に基づき、眠気レベルと定義し用いることとする。これらの眠気レベルは居眠り運転模擬実験で取得するドライバのビデオ映像から 10 秒ごとに 2 人の検査者により評定を行う。

最終的に正解値として扱う眠気レベルは 2 人の検査者により評定した値の平均値の小数点以下切り捨てを用いた。

評定値	表情
1: 全く眠くなさそう	視線の移動が速く、頻繁である
2: やや眠そう	唇が開いている、視線の動きが遅い
3: 眠そう	まばたきはゆっくりと頻発、口の動きがある
4: かなり眠そう	顔に手をやる
5: 非常に眠そう	意識的と思われる瞬きがある、無用な体の動き あくびの頻発
	瞼を閉じる、頭が前に傾く、頭が後ろに倒れる

表 1 北島らによる眠気表情評定

3 区画線の幾何学的相対位置を利用した自車両の位置情報の取得

現在のドライブレコーダには自車両のふらつきを取得する方法が G センサしかない、そこでドライブレコーダが記録する前方映像から自車両のふらつきに関する特徴量を取得することとした。自車両のふらつきに関する特徴量として、自車両の位置情報を道路上の区画線の位置と区画線間の車線の幅を利用して取得することとした。

前方映像の中央線を自車両の走行方向の延長線上として、自車両から 5m、10m 先の位置 (D_{10} , D_5) から白線までの距離を求め、自車両の位置を D_{10} , D_5 との比から求める。

$$D_c = \frac{10D_5 - 5D_{10}}{5} \quad (1)$$

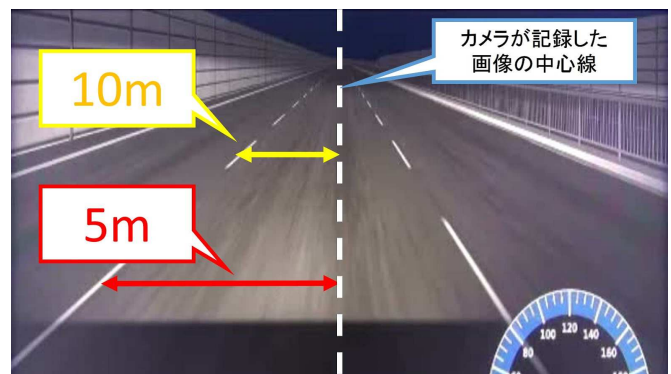


図 2 前方映像中の D_{10} , D_5 の位置

4 重回帰分析によるドライバの眠気レベル推定

ドライバの眠気レベル推定を行うために、北島ら [5] の眠気表情評定を使用し、その評価値を重回帰分析の目的変数 Y とする。すなわち、ドライブレコーダ (ドライビングシミュレータ) から取得できる車両挙動のデータおよび自車前方カメラ映像 (走行

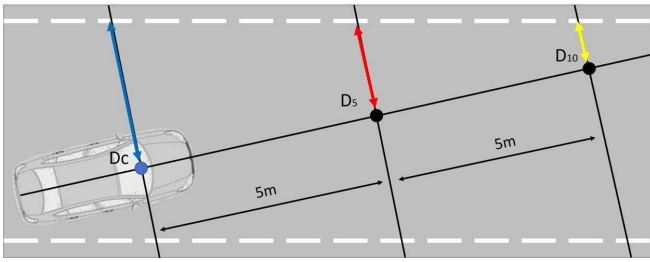


図3 自車両の相対位置取得方法

ドライブレコーダの特徴量	統計処理
走行速度	中央値
X 軸 (前後) 加速度	範囲 (最大値-最小値)
Y 軸 (左右) 加速度	最頻値
D_C	中央値, 最小値
D_{10}	範囲 (最大値-最小値)
D_5	範囲 (最大値-最小値), 標準偏差

表2 選ばれた特徴量まとめ

映像) から抽出した特徴量 (X_1, X_2, \dots, X_p) を用いて, 重回帰分析によりドライバの眠気レベル推定モデルの構築を行う。

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \epsilon \quad (2)$$

5 実験

5.1 実験方法

実験は被験者 5 名により 9 回実施した。また, サーカディアンリズムを考慮し, 最も眠くなる時間帯として午後 3 時から運転してもらった。実験時は部屋を暗くし, 夜間を想定した状態で運転してもらった。走行コースは夜間の高速道路を模擬した 3 車線の全長 26km のコースで R は 1000m でカーブや直線を含む単調なコースとなっている。

5.2 前方映像を加える事による推定結果

ドライバの眠気レベル推定の結果を前方映像から得られる映像を用いた特徴量を加えない場合と加える場合で比較して示す。各特徴量は眠気レベル評定と同じ 10 秒間の平均, 中央値, 最大値, 最小値, 最頻値, 範囲, 標準偏差を用いる。前方映像を特徴量として加えることでドライブレコーダを用いたドライバの状態推定は相関は増加し, 誤差標準偏差は減少した。このことから前方映像から得られた区画線の幾何学的相対位置を利用した自車両の相対位置はドライバの状態を示す特徴量として有効であることがわかる。

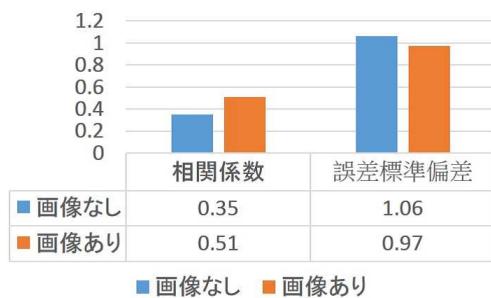


図4 前方映像の有無による推定モデルの比較

また, ステップワイズによって選ばれた特徴量を表 5.2 に示す。ステップワイズ法により選ばれた特徴量 8 つのうち 5 つが前方映像から得られた区画線の幾何学的相対位置を利用した自車両の相対位置から得られた特徴量であることから本研究で用いる自車両の位置情報がドライバの眠気レベルの推定に利用する。

5.3 時間窓の違う特徴量を加える事による推定結果

眠気レベルが高い場合に, ドライバがハンドル操作を行わない場合がある。これは運転中のドライバは車線からはみ出さないようにハンドル操作を行うが, 眠気レベルが高くなり, 意識の低下が見られるとハンドル操作が疎かになるからであると考えられる。そのため 10 秒間より長い時間窓として 30 秒, 60 秒を取り, 特徴量を増やすことで推定モデルの精度向上をはかる。

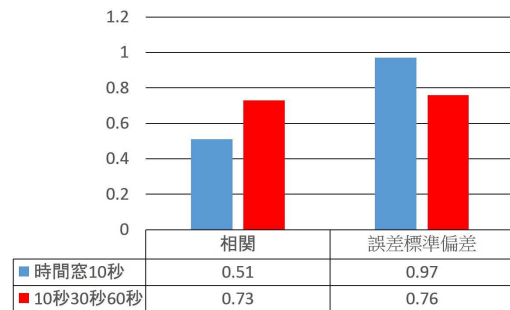


図5 時間窓の違う特徴量を加える事による推定結果

6 終わりに

本研究では運転中のドライバに対するフィードバックを行うためにドライバの眠気レベル推定を行った。前方映像中の区画線を利用した自車両の位置情報を加える事でドライブレコーダによる眠気レベルの推定精度が向上した。また, 時間窓を考慮することでドライバの眠気レベルの推定精度が向上した。

参考文献

- [1] 警察庁交通局, 平成 24 年中の交通事故の発生状況, (2013), pp.1-2
- [2] 総務省, 貸切バスの安全確保対策に関する行政評価・監視結果に基づく報告
- [3] 大須賀美恵子, 鎌倉快之, 井上裕美子, 野口祥宏, 嶋田敬士, 三代真己, 多次元生理指標を用いたドライバ覚醒状態推定, 自動車技術会前刷集 65(10),2010
- [4] 本多和樹 (著), 眠りの科学とその応用: 睡眠のセンシング技術と良質な睡眠の確保に向けての研究開発, シーエムシー出版,2007vol.7, no.1, pp.63-77, 2006.
- [5] 北島洋樹, 沼田仲穂, 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