

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 5 日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2011

課題番号：22700172

研究課題名（和文）

ドライブレコーダのセンサ信号の統計的信号処理に基づく運転状況推定とリスク評価

研究課題名（英文）

Estimation of driving situations and risk evaluation based on statistical signal processing of sensor signals recorded with driver recorders

研究代表者

宮島 千代美 (MIYAJIMA CHIYOMI)

名古屋大学・情報科学研究科・助教

研究者番号：90335092

研究成果の概要（和文）：常時記録型ドライブレコーダで収録されたセンサ信号の統計的性質に基づいて運転の状況を推定し、ドライバの運転操作のリスクを診断する手法を提案した。速度・前後加速度・左右加速度の信号を用いて、ブレーキペダル操作・アクセルペダル操作・ハンドル操作に関する各ドライバの運転のリスクを定量評価し、リスクコンサルティングの専門家によるドライバのリスク診断結果と比較した結果、提案手法の有効性を確認した。

研究成果の概要（英文）：We proposed a driver risk evaluation method based on a statistical analysis of sensor signals captured with drive recorders. We evaluated the risk caused by driver's deceleration, acceleration, and steering behavior using vehicle velocity and longitudinal and lateral acceleration signals. We could observe correlation between our driver evaluation results and ratings manually assigned by risk consulting experts.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
総計	2,400,000	720,000	3,120,000

研究分野：情報科学

科研費の分科・細目：情報学，知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：運転行動信号処理，ドライブレコーダ，危険検出，リスク評価，交通安全

## 1. 研究開始当初の背景

ドライブレコーダは、事故やヒヤリハット発生前後の映像や走行情報の記録装置として開発され、その記録情報は交通事故検証における証拠として利用されてきた。また近年では、安全運転や低燃費運転を目的としたドライバの運転マナー教育にも活用されており、特にタクシー業者などの運送業事業者を中心に導入が進んでいる。さらに、自家用車に搭載することで自動車保険料の割引が適用される事例がある他、日本では個人向けのドライブレコーダの販売も進んでおり、今後

ドライブレコーダの搭載率がさらに拡大することが見込まれる。

ドライブレコーダには、映像記録用のカメラに加えて、位置情報や速度を記録する GPS や、角速度あるいは加速度を計測するジャイロセンサや加速度センサ等が搭載されており、前後加速度、あるいは左右加速度がある閾値を超えた時点を急加速・急減速・急ハンドルなどの「イベント」の発生（事故やヒヤリハットの可能性が起こった時点）とみなし、その前後数十秒の映像やセンサ情報が記録される。さらに近年では、記憶装置の小型化

と低価格化に伴い、イベントデータのみを記録するドライブレコーダ（イベントレコーダ）の他に、イベントデータのみでなく、運転データを常に、あるいは区間集約して逐次記録する機能も備えたドライブレコーダ（常時記録型ドライブレコーダ）も販売されている。

安全運転教育を目的としたドライバ教育では、リスクコンサルティングの専門家がドライブレコーダで記録されるイベントの頻度に加えて、イベント発生時の実際の状況や場所を映像で確認しながら半手動でリスク診断を行い、その診断結果を運転者や企業に対してフィードバックする手法が採られている。また、最近では、ドライブレコーダ付属の簡易ソフトウェアで自動診断し、その結果をディスプレイやカーナビを介してドライバに示すといった方法もある。しかし、従来の自動リスク診断における評価基準は、ある一定の閾値により検出されたイベントの単位時間当たりの発生回数（イベントの頻度）等に基づく簡易的な手法が一般的である。

## 2. 研究の目的

本研究では、ドライブレコーダで収録されるセンサ情報の時系列パターンと統計的性質に基づいて運転の状況を分類し、ドライバのリスクをより高度に診断することを目的とし、(1) ブレーキペダルの時系列パターンの分類による状況推定に基づくブレーキ操作の評価、(2) 発進時の加速特徴と目的速度の抽出に基づくアクセル操作の評価、(3) 走行速度の違いを考慮したハンドル操作の評価の3つの手法を提案する。

まず、ブレーキ操作の危険性評価においては、後方加速度の時系列信号パターンからブレーキの踏み方を4つに分類することで、ペダル操作時の状況を推定する。これにより、従来では同じ危険度の急ブレーキとしてみなされていたイベントを、危険性が高いブレーキ操作から比較的安全なブレーキ操作の4種類に細分化できると考えられる。この分類に基づいて運転の状況を考慮したブレーキ操作の危険性の評価を行う。

次に、常時記録型ドライブレコーダで収録される区間集約データを用いて、アクセル操作の危険性評価を行う。区間最大加速度とそのときの速度を相平面へ写像し、その分布からその運転者の加速の特徴を抽出する。この分布を直線で近似し、直線のy軸およびx軸の切片からそれぞれ発進時の加速の特徴と運転者が好む目的速度を抽出し、各運転者の加速時の運転のリスクを評価することを試みる。

最後に、ハンドル操作のリスク評価を行う。従来は市街地走行・高速走行にかかわらず同じ閾値で急ハンドルが検出されていたが、道

路構造令に定められている法定速度と道路設計におけるカーブの曲率との関係に基づいて、ハンドル操作が危険か否かを判断することによって、走行速度の違いを考慮した危険性診断を行う。

## 3. 研究の方法

まず、前後加速度信号を用いて、ブレーキ操作の危険性を評価する手法について検討する。運転者のブレーキペダル操作パターンには、ペダルの踏み込み方と緩め方の速さの大小の組み合わせで、大きく分けて4つのパターンがあると仮定し、ブレーキ操作時の加速度の6.4秒の時系列信号を、(A) 踏み込みと踏み戻しが共に急な危険なブレーキ、

(B) 踏み込みが急で踏み戻しが緩やかな強く長いブレーキ、(C) 踏み込みが緩やかでその後加速する状況を予測したブレーキ、(D) 踏み込みと踏み戻しが共に緩やかな比較的安全なブレーキの4種類にLBGアルゴリズムを用いてクラスタリングを行う。図1にパターンの分類結果の一例を示す。

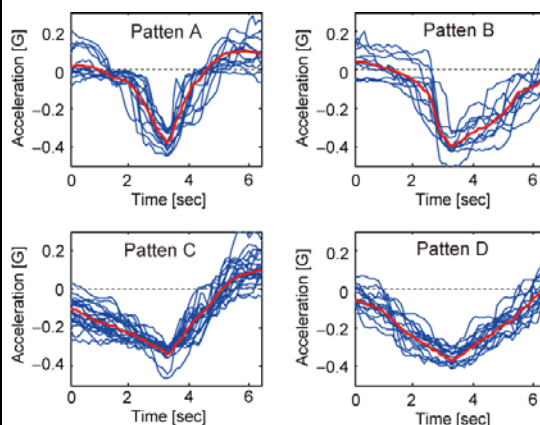


図1：ブレーキパターンの分類結果

これらのうち、一番危険なブレーキパターンはAであり、一番安全なパターンはDであると考えられる。そこで、全てのブレーキ操作信号のパターンDとの距離の総和や、踏み込みが急なパターンA、Bに分類されるブレーキ操作の全体に対する割合、また、一般的なブレーキ操作パターンからの乖離度、ブレーキ操作パターンの個人内でのばらつき（分散）等の尺度で運転者のブレーキ操作の危険性、荒さ、特異性、不安定性を評価する。

次に、速度と前方加速度を用いてアクセル操作の危険性を評価する。図2に示すように、1分毎の最大前方加速度とそのときの速度の関係を直線近似する。直線のy切片が発進時の加速の特徴を表わし、x切片がその運転者が好む速度に対応すると考え、x切片、y切片の大きさにてドライバのアクセル操作の危険性を評価する。また、これにより、加速行動のタイプを図3のように4分類できる。

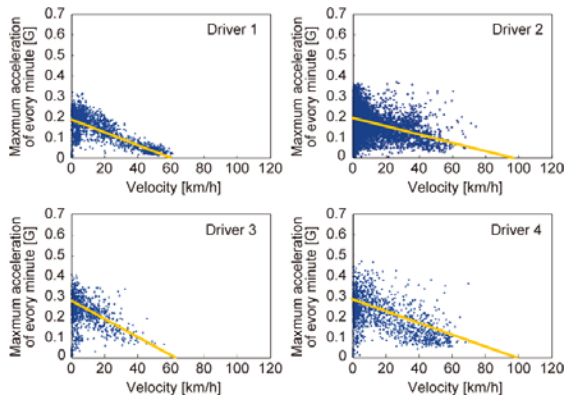


図2：区間最大加速度と速度の関係（4名のドライバーの例）

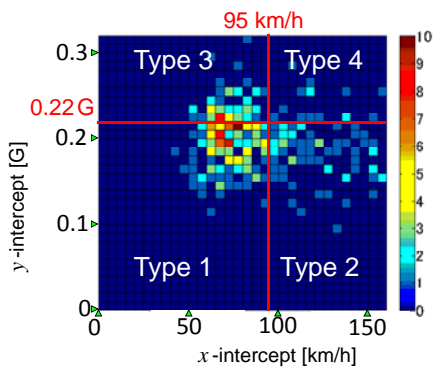


図3：アクセル操作行動リスクの4分類

最後に、ドライバーのハンドル操作の自動リスク評価手法について検討する。ハンドル操作のリスク評価には、左右加速度と速度の信号を用いる。まず、ドライバーのハンドル操作時の車両挙動を円運動として近似し、運動方程式に基づいて、その曲率半径を左方向加速度あるいは右方向加速度と速度から推定する。ハンドル操作の危険性の判断は、道路構造令第15条に定められている道路の設計速度と車道の曲率半径の関係に基づいて行う。これらの関係に基づき、図4に示すように、急ハンドルを検出するための閾値曲線を定め、各時刻のハンドル操作における速度と推定された曲率半径の関係を表わす点のうち、閾値曲線の外側に分布する点を急なハンドル操作とみなす。

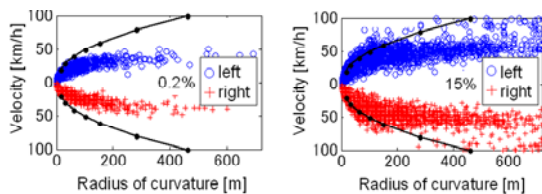


図4：道路構造令に基づくハンドル操作の危険性判断（2名のドライバーの例）

図4左のように、安全なハンドル操作を行うドライバーであれば、これらの点が閾値曲線の内側に多く分布するのに対し、図4右のように、危険なハンドル操作を行うドライバーは、曲線からはみ出す点の割合が相対的に大きくなると考え、全走行時間に対する急なハンドル操作の割合によってドライバーのハンドル操作を定量化してリスク評価を行う。

#### 4. 研究成果

提案手法に基づき、ドライバーの減速時のブレーキパターンをクラスタリングして状況を分類することによって、ドライバーのブレーキ操作行動のリスクを、ブレーキ操作の急峻さ、荒さ、特異性、不安定性といった様々な観点から評価できるようになった。

また、アクセル操作のリスク評価手法と、ハンドル操作のリスク評価手法について、同一ドライバーに対してリスクコンサルティングの専門家によって運転の危険性を評価してもらい、提案手法によるリスク評価結果（A～E）と比較した結果、図5、6に示すように、リスクコンサルティングの専門家による5段階評価との間に相関があることがわかり、提案手法によってドライバーのリスクを自動診断できる可能性を確認した。

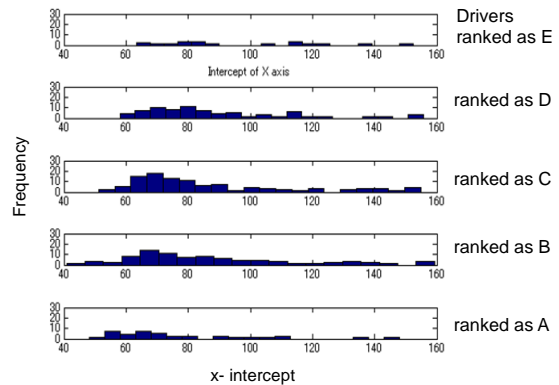


図5：アクセル操作のリスク診断結果(x切片)と専門家の5段階評価との相関

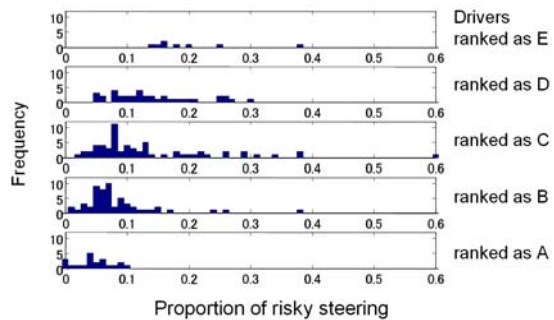


図6：ハンドル操作のリスク診断結果と専門家の5段階評価との関係

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 7 件)

- ① K. Takeda, J. Hansen, P. Boyraz, L. Malta, C. Miyajima, and H. Abut, "International large-scale vehicle corpora for research on driver behavior on the road," *IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems*, Vol. 12, No. 4, pp. 1609-1623, 2011 (査読有).
- ② H. Ishikawa, C. Miyajima, N. Kitaoka, and K. Takeda, "Detection of distracted driving using a Bayesian network," *ICIC Express Letters, Part B: Applications, An International Journal of Research and Surveys*, Vol. 2, No. 3, pp.627-633, 2011 (査読有).
- ③ Y. Kuroyanagi, C. Miyajima, N. Kitaoka, and K. Takeda, "Analysis and detection of potentially hazardous situations in real-world driving," *ICIC Express Letters, Part B: Applications, An International Journal of Research and Surveys*, Vol. 2, No. 3, pp.621-626, 2011 (査読有).
- ④ L. Malta, C. Miyajima, N. Kitaoka, and K. Takeda, "Analysis of real-world driver's frustration," *IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems*, Vol. 12, No. 1, pp.109-118, 2011 (査読有).
- ⑤ 宮島千代美, 武田一哉, "運転行動データベースの構築とその応用," *システム/制御/情報*, pp.20-25, 2011 (査読無).
- ⑥ 宮島千代美, 武田一哉, "運転行動信号処理の現状と展望," *システム/制御/情報*, pp.2-7, 2011 (査読無).
- ⑦ 尾崎晃, 草川高志, 西脇由博, マルタルーカス, 宮島千代美, 西野隆典, 北岡教英, 伊藤克亘, 武田一哉, "自動車運転のマルチモーダル信号収録装置の開発," *電子情報通信学会論文誌*, Vol. J93-D, No. 10, 2118-2128, 2010, (査読有).

[学会発表] (計 28 件)

- ① 宮島千代美, 武田一哉, 鈴木達也, 他, "運転の振り返りに基づく安全運転教育システムの開発," 第 54 回自動制御連合講演会, Nov. 19, 2011, 豊橋技術科学大学.
- ② C. Miyajima, P. Angkititrakul, and K. Takeda, "Behavior signal processing for vehicle applications," 2011 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference, Oct. 19 2011, Xian, China.

- ③ K. Takeda, C. Miyajima, T. Suzuki, et al., "Improving driving behavior by allowing drivers to browse their own recorded driving data," 2011 IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems, Oct. 5, 2011, Washington D.C., USA.
- ④ C. Miyajima, K. Takeda, et al., "A driving diagnosis and feedback system for next-generation drive recorders," FAST-zero '11, Sept. 9, 2011, Tokyo.
- ⑤ C. Miyajima, H. Ukai, A. Naito, H. Amata, et al., "Driver risk evaluation based on acceleration deceleration and steering behavior," 2011 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, May 27, 2011, Prague, Czech Republic.
- ⑥ 宮島千代美, 武田一哉, 他, "常時記録型ドライブレコーダを用いた運転診断・教示システムの開発とその評価," 2011 年自動車技術会春季大会, May 19, 2011, パシフィコ横浜.
- ⑦ M. Naito, C. Miyajima, T. Nishino, N. Kitaoka, and K. Takeda, "A browsing and retrieval system for driving data," 2010 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, June 23, 2010, San Diego, CA, USA.

[図書] (計 2 件)

- ① Y. Nishiwaki, C. Miyajima, N. Kitaoka, and K. Takeda, "A stochastic approach for modeling lane-change trajectories," *Digital Signal Processing for In-Vehicle Systems and Safety*, J. H. L. Hansen, et al. eds., pp. 271-282, Springer, 2012.
- ② L. Malta, A. Ozaki, C. Miyajima, and K. Takeda, "Use of on-road data in evaluating driver performance metrics," *Performance Metrics for Assessing, Driver Distraction: The Quest for Improved Road Safety*, G. L. Rupp ed., pp.149-166, SAE International, 2010.

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

宮島 千代美 (MIYAJIMA CHIYOMI)  
名古屋大学・大学院情報科学研究科・助教  
研究者番号：90335092

(2) 研究分担者なし

(3) 連携研究者なし