

運転行動のセンシングと理解に基づく次世代ドライブレコーダの研究開発 (082006002)

Research and development of a next generation drive recorder
based on sensing and understanding of driving behavior

研究代表者

武田一哉 名古屋大学

Kazuya Takeda Nagoya University

研究分担者

鈴木達也[†] 宮島千代美[†] 脇田敏裕^{††} 寺嶋立太^{††} アンキティトラクル^{††} ンテップ^{††} 及川雅人^{†††} 駒田悠一^{†††}

Tatsuya Suzuki[†] Chiyomi Miyajima[†] Toshihiro Wakita^{††} Ryuta Terashima^{††}

Pongtep Angkititrakul^{††} Masato Oikawa^{†††} Yuichi Komada^{†††}

[†]名古屋大学 ^{††}豊田中央研究所 ^{†††}東京海上日動リスクコンサルティング

[†]Nagoya University ^{††}Toyota Central R&D Labs., Inc.

^{†††}Tokio Marine & Nichido Risk Consulting Co., Ltd.

研究期間 平成 20 年度～平成 22 年度

概要

現在のドライブレコーダは、車両挙動を用いて交通状況を観測しているため、運転者が急な運転操作を行うに至らない(気づかない)「潜在的な」危険状況を検出できない。本研究では、車両情報と合わせて運転者の意図をセンシングする技術を研究し、潜在的な危険状況を検出する次世代ドライブレコーダを実現するため、以下 3 つの技術開発を行った。(1) 実際の運転に関する大量の行動信号を収集し、類型化することで、運転行動データベースを構築した。(2) 個人毎の行動傾向の違いを考慮して、運転行動を予測することができる、運転行動の工学モデルを構築した。(3) 運転操作、ドライバ状態、車両挙動を入力として、潜在的な危険状況を検出するパターン識別器を構築した。これらに加え、次世代ドライブレコーダのプロトタイプシステムを実装し、実証実験の結果、危険事象の半減という形で開発技術の有効性を確認した。

Abstract

Since conventional drive recorders observe traffic situations using vehicle acceleration, they cannot detect potentially hazardous situations where drivers do not take evasive action due to carelessness or inattention. As steps towards the realization of a next-generation drive recorder that can detect potentially hazardous situations, we achieve the following three research developments; 1) development of a large-scale driving database of real-world driving behavior signals, 2) mathematical driver modeling for predicting driving behavior, which takes into consideration individual differences in driving styles, and 3) development of a pattern classifier which can detect potentially hazardous situations based on the driver's operation of the vehicle, driver's condition, and vehicle motion. We also implement a prototype of our system and demonstrate the effectiveness of our methods through a field test.

1. まえがき

交通事故は市民社会の安全・安心にとって最も身近な脅威であり、そのリスク低減は重要な社会課題である。近年ドライブレコーダを用いて記録された運転状況を分析することで、交通事故を削減する試みが運送事業者を中心に普及している。現在普及が進んでいるドライブレコーダは、車両情報(加速度、GPS 測位)を用いて交通状況を観測しており、急な加減速が行われた状況を「危険状況」として検出・記録する機能を持っている。急激な加減速が行われる状況は、いわば危険が「顕在化」した状況であるが、その背景には運転者が急な運転操作を行うに至らない(気づかない)「潜在的な」危険状況が多数存在すると考えられる。このような、「潜在的な」危険状況を検出・記録することで、運転指導・車両設計・道路計画など、交通事故削減のための様々な技術を高度化することが期待される。そこで本研究では、車両情報と合わせて運転者の行動意図をセンシングする技術を研究し、潜在的な危険状況を検出する次世代ドライブレコーダの開発を行う。

2. 研究内容及び成果

開発対象とするドライブレコーダの概要を図 1 に示す。従来のドライブレコーダが利用している車両挙動情報に

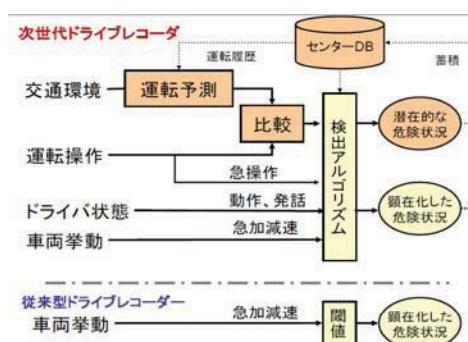


図 1: 開発した次世代ドライブレコーダの概要

加えて、車間距離などの交通環境と運転操作を計測する。運転操作の予測モデルに基づき、交通環境から運転操作を生成し、実際に観測された運転操作と比較する。モデルにより予測された運転操作と実際の運転操作の間に不整合が存在する場合、運転者の認知・判断・操作のいずれかが適切に行われていない可能性、すなわち潜在的危険が検出される。以上のような、生成モデルを利用した人間の行動センシング技術を確認し、自動車運転という具体的な対象において実証評価するため、本提案研究開発では、2.1～2.3 節に示す 3 つの課題に関して研究を行った。

2.1. 運転行動データの収集と運転行動の類型化

実環境において多センサを搭載した車両で運転行動信号を収集し、総計 473 名のデータを収集した。また、交通心理学の専門家の協力を得て、潜在危険状況を含む交通状況のタグ付けに関するガイドラインを策定した。ガイドラインは、多様な走行状況毎に危険要因を列挙し、状況に応じた危険を網羅的・客観的に定義しうる体系だった記述方法を規定している。ガイドラインに基づき 86 名の運転行動に対してタグ付けを行った。

2.2. 個人性を考慮した運転行動の予測モデル

混合ガウスモデル(GMM)に基づいて運転予測モデルを構築し、MAP 適応によりドライバ個人に対するモデルの適応を行った。その結果、不特定のドライバのモデルを用いた場合に比べて、2dB 程度予測性能が改善され、個人適応の有効性が明らかになった。

2.3. 危険状況識別のためのパターン認識器

2.1 節でタグ付けした運転データを基に危険検出のための識別器を作成した。識別モデルには GMM を用い、2.2 の運転予測モデルを用いて得られる普通の運転行動との違いを表わす予測残差を特徴量として用いた。その結果、90%の潜在危険を約 70%の精度で検出可能であることを確認した。

2.4. プロトタイプシステムの実装と実証実験

上記の危険状況識別器に基づき、次世代ドライブレコーダのプロトタイプを実装し、その有効性を検証するため 33 名のドライバに対して実証実験を行った。実験では、検出した危険状況を Web ブラウザを用いてドライバにフィードバックする安全運転教示システムを構築し、運転の安全性の改善効果を確認した。教示システムでは、その日の危険検出箇所を地図上に示し(図 2)、検出された危険状況の映像やセンサ信号のグラフと共に、検出された理由や改善方法を示す教示文をドライバに提示する。実証実験の結果を図 3 に示す。教示を受けなかったドライバは危険検出数が減少しないのに対し、教示を受けたドライバは、危険事象が約半減し、提案システムの有効性が確認された。



図 2 : Web ブラウザを用いた運転教示システム

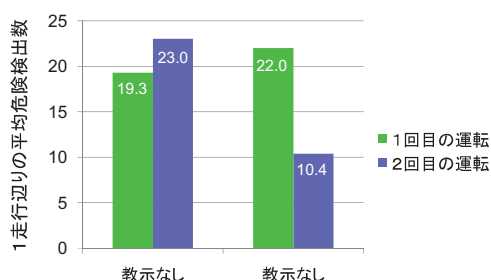


図 3 : 安全運転教示の効果 (危険事象数の比較)

3. むすび

潜在的な危険状況を検出する次世代ドライブレコーダを開発するために、車両情報と合わせて運転者の意図をセンシングする技術について研究を行った。信号処理技術に基づく数理的な「行動モデル」に基づき、自動車運転における人間行動の理解・予測を行い、プロトタイプ実証実験を通じて、ICT 安心安全技術の効果を「危険事象の半減」という形で定量的に示すことができた。

【誌上発表リスト】

- [1] K. Takeda, C. Miyajima, T. Suzuki, K. Kurumida, Y. Kuroyanagi, H. Ishikawa, P. Angkititrakul, R. Terashima, T. Wakita, M. Oikawa, and Y. Komada, "Improving driving behavior by allowing drivers to browse their own recorded driving data," Proc. 2011 International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (2011 年 10 月 5 日発表予定)
- [2] 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, Vol.55, No.1, pp.20-25 (2011 年 1 月)
- [3] 西脇由博, 宮島千代美, 北岡教英, 武田一哉, "確率的手法を用いた車線変更軌跡のモデル化," 情報処理学会論文誌, Vol.51, No.1, pp.131-140 (2010 年 1 月)

【申請特許リスト】

- [1] 寺寫立太, アンキティットカラクルポソテップ, 「類似運転時画像検索装置及びプログラム」日本, 特願 2009-278582, 特開 2011-123552 (2009 年 12 月 8 日申請, 2011 年 6 月 23 日公開)
- [2] 武田一哉, 北岡教英, 山本(宮島)千代美, 内藤正志, 「画像再生装置及び画像記録再生装置」日本, 特願 2010-004999, 特開 2011-146860 (2010 年 1 月 13 日申請, 2011 年 7 月 28 日公開)

【受賞リスト】

- [1] A. Naito, C. Miyajima, T. Nishino, N. Kitaoka, and K. Takeda, Best Conference Paper Award of ICVES 2009, "Driver evaluation based on classification of rapid decelerating patterns," (2009 年 11 月 12 日)
- [2] 西脇由博, 宮島千代美, 北岡教英, 武田一哉, H21 年情報処理学会 ITS 研究会優秀論文, "車線変更軌跡の確率的予測モデル," (2010 年 1 月 15 日)
- [3] 内藤正志, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会奨励賞, "大規模実環境運転データベースのためのブラウジングシステムの開発," (2010 年 1 月 25 日)

【報道発表リスト】

- [1] "アクセル・ハンドル操作・顔の向き…、運転中の動作記録する実験、名大がレコーダ開発," 朝日新聞 (2010 年 3 月 16 日)

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

- [1] <http://www.sas-com.jp/column/column08.html>, ドライブレコーダって? (東京海上日動リスクコンサルティングと名古屋大学にて共同で開発したブレーキ特性の分類アルゴリズムについて紹介)
- [2] <http://www.youtube.com/watch?v=SR7sffrGPlc>, 運転者が気付かずにはいた「潜在的な」危険状況を検出可能な信号処理手法を研究(名古屋大学武田研究室)