

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 16 日現在

機関番号：21401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350455

研究課題名(和文) ヒヤリハットデータのシナリオ判別の研究

研究課題名(英文) Scenario discrimination of near-miss incident data

研究代表者

御室 哲志 (Mimuro, Tetsushi)

秋田県立大学・システム科学技術学部・教授

研究者番号：90507112

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：ドライブレコーダ(DR)で記録された危険事象(ヒヤリハット)データは予防安全解析に有効であるが、大量データの登録・解析にあたって、発生経緯の自動理解が必要である。本研究では、トリガ時近傍の加速度に限らない観点で、以下の三つの手法を開発した。車両上下加速度の低/高周波の平均パワースペクトルに車速別閾値を設けることで高い良路悪路判別率を得た。GPS方位情報を用い、四つの自車行動判別を行い、高い判別率を得た。車両速度プロファイルを、3タイプに自動判別し、タイプごとの特徴を把握した。また、将来の機能拡張されたDRを想定して活用技術を考察した。

研究成果の概要(英文)：Traffic accident data and near-miss data recorded by drive recorders (DRs) are effective for active safety analyses, but automatic understandings of incident scenarios are required for the large-volume data registration / analysis. In this research, the following three methods were developed at the viewpoint that it is not limited to the acceleration near the time of trigger. High discrimination rate of smooth / rough road was obtained by setting thresholds depending on vehicle speed for average power spectrum of vehicle vertical acceleration in the low and high frequency ranges. By using the GPS azimuth information, high discrimination rate of four types of vehicle behaviors was obtained. Vehicle speed profiles are discriminated into three types and their characteristics were analyzed. We also considered utilization technology assuming future enhanced DR.

研究分野：自動車工学

キーワード：ヒヤリハット ドライブレコーダ シナリオ 自動判別 実車走行試験

1. 研究開始当初の背景

(1) H24年の交通事故死者数は4,411人で、12年連続で減少しており、事故件数と負傷者数は、それぞれ、665,138件、825,396人で、これも8年連続で減少しているものの、いまだに高いレベルにあり、交通事故は国民の安心安全を考える上で重要な課題であることは間違いない。衝突時の被害を低減するための衝突安全対策が死者数の低減に寄与していると考えられるが、今後一層の事故の低減を図るためには、事故を未然に防ぐ予防安全装置の普及拡大が必要である。このような中で、自動車メーカ各社は、予防安全技術の開発・普及を進めており、国土交通省のASV (Advanced Safety Vehicle)プロジェクトで提案され、2003年に市場に登場した衝突被害軽減ブレーキ等のADAS (Advanced Driver Assistance Systems)も、最近になってようやく普及フェーズに入ってきた。それらの効果検証や、更なる安全技術の開発に貢献する解析技術が期待されている。

(2) 予防安全技術の開発のためには、どのような過程でどのようにエラーが発生し、事故に至っているのかを把握することが重要である。近年、ドライブレコーダ(DR)を装着する車両が増え、記録された危険事象(ヒヤリハット)を紹介するホームページも存在する。これを解析用のデータとするためには、長年にわたるデータ回収とデータベース(DB)化の地道な作業の積み重ねが必要である。2013年当時、(社)自動車技術会所有のヒヤリハットDBは、既に登録データが7万件を超え、世界最大規模となっており、その活用が期待されていた。その後、同DBは東京農工大スマートモビリティ研究拠点に所有・管理が移転され、現在では登録データが12万件に及ぶ。報告者らは、東京、静岡、福岡、札幌のデータを登録している東京農工大に協力する形で、日本海側の積雪寒冷地で人口密度が小さい秋田県のタクシーのヒヤリハットデータ登録を推進している。

(3) ヒヤリハットデータを蓄積すること自体は比較的容易であるが、そのビッグデータの利用技術の現状は未だ貧弱である。DRは危険回避時の急激な加速度変化をトリガとして記録していることから、トリガ時刻近傍の加速度を中心に自動分類する研究例がある他、画像認識を用いること等が一部で試みられている程度である。

2. 研究の目的

(1) これまでヒヤリハットデータの自動判別は、主にトリガ時近傍の加速度等に注目して、ヒヤリハットデータか否かを分類する程度であった。本研究においては、より長い時間の速度、加速度のプロファイルやGPSデータを利用することで、一部ではあるがシナリオ推定を可能とする。

(2) 将来の拡張されたDRとして、前方監視センサ、生理計測センサ、インフラ情報等も取り込むことを考えれば、更に幅広いシナリオ推定が可能になると考えられる。前方監視センサ(レーザセンサやレーダ)の追加が必要だが、ここでは現状のDR画像から相対距離等を読み取ってTTC (Time To Collision or Crossing)やTTV (Time To Vehicle)を算出して検討する。

(3) 追加センサ(アクセル開度、前方監視センサ、心拍センサ等)を装備した試験車で実車走行試験を行い、取得データによって、拡張DRによるシナリオ推定の拡大可能性を検討する。

3. 研究の方法

本研究は、データベース解析や実車走行試験と多岐にわたる内容を持つため、全体を次の三つの個別課題に分けて、研究分担者や研究協力者それぞれが持つリソースや経験等を生かして、研究を実施する。

(1) ヒヤリハットデータの車速及び加速度プロファイル等による解析
(2) シナリオ別ヒヤリハットデータのTTC、TTV推移を追加した解析
(3) 実車走行試験によるシナリオ典型データの取得

(1) ヒヤリハットデータの車速及び加速度プロファイル等による解析: 報告者らがこれまで実施してきた研究の中で、追突ヒヤリハットと対歩行者ヒヤリハットという2つの重要な分野において、シナリオ分類を実施した。この成果を生かし、これまで培ってきたDB利用技術を適用することで、多元的な解析を行う。ヒヤリハットデータの速度、加速度の波形にフィルタ操作を施し、シナリオ毎に定められる特徴を読み取り、設定された閾値で判別したり、あらかじめ構築されたシナリオ別の規範データとの類似度を算出すること等により、より適合する分類を自動的に判別するソフトを開発する。

(2) シナリオ別ヒヤリハットデータのTTC、TTV推移を追加した解析: 対歩行者ヒヤリハットの発生原因として、「歩行者の飛び出し」、「信号の変わり目」等が頻繁にみられる。追突警報システムの主要センサである前方監視センサ(レーザセンサやカメラ)から得られる対象物までの距離や方位等の客観情報を、従来のDRデータに加えて用いれば、これらのシナリオ判別が容易になると考えられる。対歩行者の場合であれば、横断者の衝突ラインまでの到達予想時間(TTV)も重要な指標である。現状のヒヤリハットDBの画像データからTTC、TTV推移を手作業で読み取った結果を用いて、シナリオ判別の拡大可能性を検討する。

(3) 実車走行試験によるシナリオ典型データの取得(追加センサ): (1)(2)は既存のDRデータを用いた解析であり、自車や対象物との位置関係のみではシナリオ理解が困難なデータが多く存在すると予想される。たとえば、他の交通参加者に注意を奪われるといったドライバの心理的要因や覚醒度低下といった生理的要因も重要で、ドライバの動作、生理情報の計測が期待される。

ドライバ情報の中でも脇見や心拍は、近い将来、ドライバに負担にならない範囲での普及が予想される。また精度の高いTTC、TTV推移を得るには、レーザやレーダといった前方監視センサの追加が望まれる。ペダル操作カメラ、アクセル開度センサ、顔カメラ、心拍、レーザという追加センサ情報も含めた拡張DRのデータを専用試験車で取得する。データ数は限定的になるが、このデータにより、拡張DRによるシナリオ判別への寄与を検討する。

4. 研究成果

前章で述べた三つの研究について順に記す。

(1) シナリオ別ヒヤリハットデータの車速及び加速度プロファイル等による解析: 蓄積されたヒヤリハットトリガデータを用いて、状況別の車速や加速度の特徴を解析した。その結果を用いて以下の自動判別ソフトを3種類作成し、高い判別率を持つことを示した。悪路判別、自車行動パターン(バック、右左

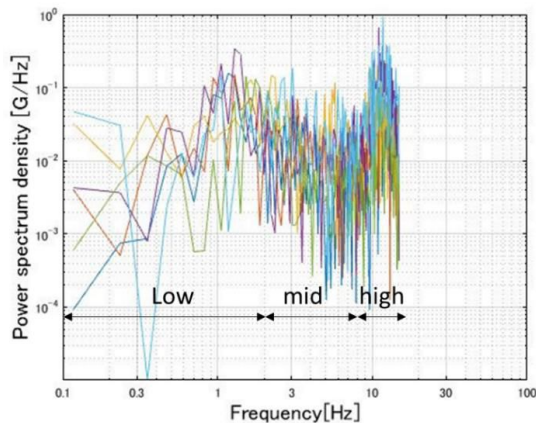


図1 悪路での上下加速度のワースペクトル

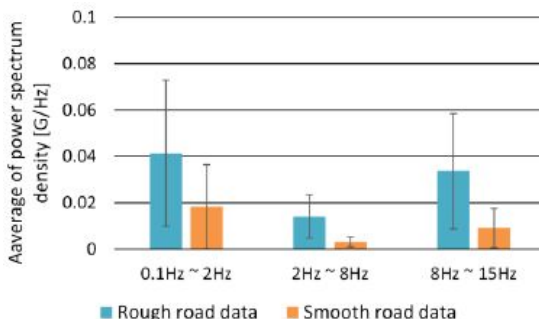


図2 悪路/良路走行時のバネ上の上下加速度の周波数帯別平均ワースペクトル密度(平均と標準偏差)

折、直進)判別、車速プロファイルパターン(Stop & Go, Braking, Constant)判別の3つである。

悪路判別については、車両バネ上で計測される上下加速度を用いる。図1に雪道悪路6ケースのワースペクトル密度を示す。良路に比べ全周波数帯で高めであるが、周波数による変動が大きい。これを三つの周波数帯(車両のばね上共振を含む低周波数帯~2Hz、中間周波数帯2~8Hz、バネ下共振を含む高周波数帯8~15Hz)に分けて良路と比較する。図2は、良路上の急ブレーキデータ92件と悪路上の77件のデータについて、周波数帯別の平均ワースペクトル密度とその標準偏差を示したものである。15km/h以下の低速走行時では、路面起伏に起因する低周波数帯のバネ上共振が顕著であり、車速が上がると、高周波数帯のバネ下共振が主となる。車速別の閾値を設けることで高い良路/悪路判別率を得た。

自車行動パターン判別については、主にGPSの方位情報を使用する。「バック」、「右折」、「左折」、「直進」の四つについて、方位角の変化(図3参照)に注目して自動分類したところ、いずれも90%を超える分類精度を得た。車線変更やUターンについても判別の目途を得ている。自車行動パターンが分かれば他の情報と組み合わせることにより、ヒヤリハットシナリオの詳細理解につながることを期待される。

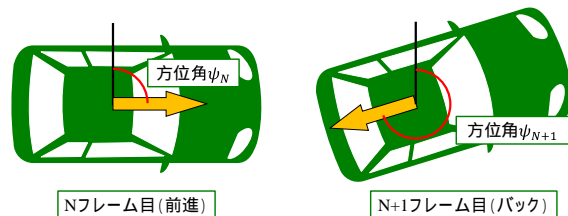


図3 前進から後退へ移る時の方位角変化

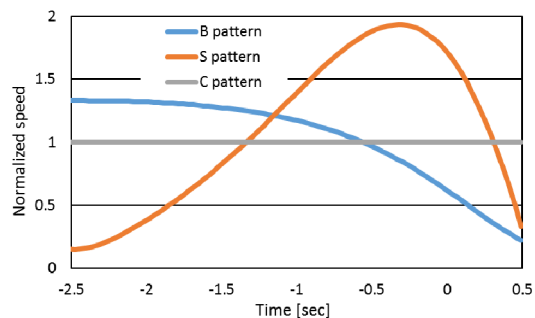


図4 三種の正規化典型速度プロファイル

自車の速度プロファイルは、Braking (Type B)、Stop & Go (Type S)、Constant (Type C)の三つに大別される。三つのTypeの典型プロファイルを図4に示す。縦軸は定義時間-2.5~+0.5s内の平均車速で正規化している。全国の500ケースの様々な類型の高レベルヒヤリハットの速度データと典型プロファイ

ルとの-2.5~+0.5s間のユークリッド距離を求め、これを非類似度とする。各データは最も小さい非類似度の Type に分類することにする。図5は車速帯別に500ケースがどのように分類されたかを示している。Type Sは交差点での追従発進時に多くみられるので、10km/h以下が主である。20km/hを超えると、ほとんどがType Cに分類される。

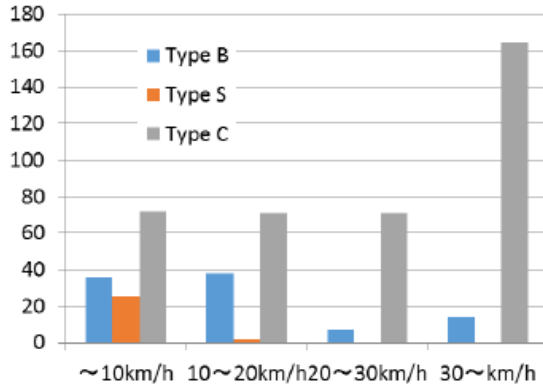


図5 各車速レンジにおける三種の速度プロファイル別の高レベルヒヤリハット数

(2) シナリオ別ヒヤリハットデータの TTC、TTV 推移を追加した解析：信号交差点における自車直進時の対歩行者ヒヤリハットデータについて TTC、TTV 推移を算出し、その解析結果を整理することで、主要シナリオ別の特徴を抽出した。図6上は、信号が赤から青に変わり、車両が発進した時に発生した高レベルヒヤリハットの TTC-TTV 推移をベクトル的に表している。×は歩行者出現時、あるいは は車両システムが歩行者を検出可能となった時、 は急ブレーキ時である。多くは交差点手前の横断歩道を、歩行者信号が赤に変わっているのに、右から進入してくる歩行者による。図6下は、信号が黄色から赤

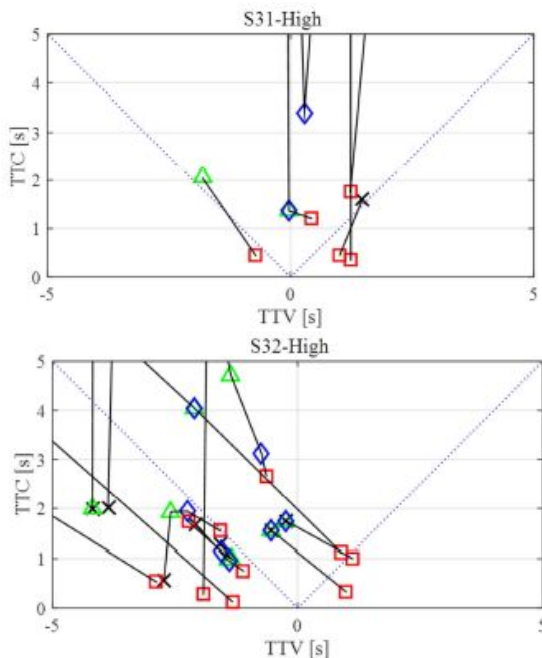


図6 信号変化時の対歩行者のTTC-TTV推移

に変化する時のヒヤリハットで、多くは交差点向こう側の横断歩道に車両が達した時に、既に歩行者信号が青になっており、渡り始めた歩行者に起因する。TTC-TTV 推移を視覚的に表現することで、位置関係や切迫度合いが把握しやすく、特徴分類が容易になることが期待される。

(3) 実車走行試験によるシナリオ典型データの取得（追加センサ）：DR やレーザセンサ搭載の試験車（図7）を用いて、心拍計を装着した12名のドライバーの構内道路における典型シナリオ（ブラインドカーブにおける障害物回避）における回避行動を計測した。本試験は秋田県立大学の研究倫理委員会による人を対象にした研究の審査を受けて認可されている。

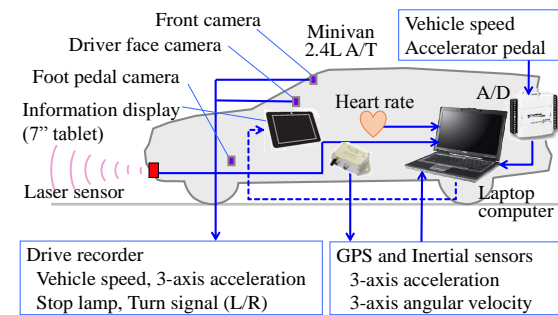


図7 試験車の計測システム構成

インフォームドコンセントを得た男性9名、女性3名の被験者ドライバーは、平均年齢が37.3歳、免許取得後の平均年数が17.7年、年間平均走行距離は14,900kmであった。走行車速は40km/hで、被験者ドライバーは、ブラインドカーブ進入前に、「何秒先に工事中」といった注意喚起を得たり、得なかったりする。ドライバーは工事箇所があると、任意の回避行動をとるが、切迫した危険状態ではないため、制動停止するケースはほとんどなく、図8のように、減速しながら反対車線の安全を確認後に17s頃に操舵回避し、22s頃に元車線に復帰して加速する。

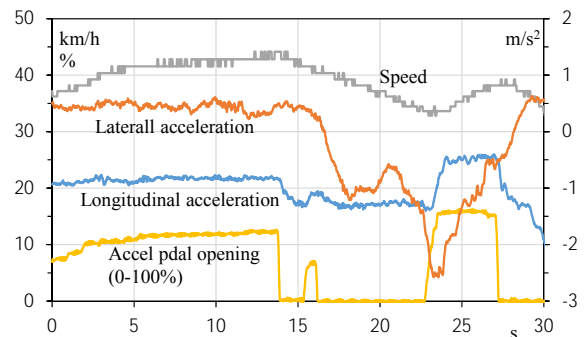


図8 典型的な予測時の障害物回避行動

このように、あらかじめ障害の存在を予測していれば大きな危険感を持つことなく、円滑な操舵回避シナリオを選択できることを、主観評価と心拍の明確な変化が無いことで確

認した。
実走行試験では、切迫した危険状態は設定しにくいいため、危険レベルが小さい中での比較になるが、危険を予測した時の準備行動はペダル操作に現れやすく、適切な安全確認時間が確保されてからの回避動作は負担感が少ないことが指摘される。

<引用文献>

久保登、森みどり、ドライブレコーダデータの効率的な自動分類手法、日本機械学会論文集(C編)77巻778号、2011-6

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 1件)

H. Takanashi, T. Mimuro, T. Tsukahara, S. Honda, and H. Asada, Scenario Analysis of Near-miss Incidents to Enhance Pedestrian Collision Warning System, SAE Technical Papers, 査読有, 2015-01-0032, 2015, doi:10.4271/2015-01-0032

[学会発表](計 2件)

Hiroyuki Takanashi, Y. Komori, Tetsushi Mimuro, FEATURES ON NEAR-MISS INCIDENTS WITH PEDESTRIAN AT SIGNALIZED INTERSECTION WHEN SIGNAL CHANGES, 19th Asia Pacific Automotive Engineering Conference, 上海 (submitted) 2017年10月予定

Ai Takeda, Makoto Kondo, Tetsushi Mimuro, EFFECTIVENESS EVALUATION OF AWARENESS MESSAGE FOR ROAD TRAFFIC HAZARD, ACTUAL RUNNING TEST APPROACH, 19th Asia Pacific Automotive Engineering Conference, 上海 (submitted) 2017年10月予定

小山早苗, 御室哲志, ドライブレコーダの映像データを用いたヒヤリハット場面の輝度分析、日本機械学会東北学生会 第47回学生員卒業研究発表講演会講演論文集 908, pp.232-233, 東北学院大, 2017年3月

菊地幸太, 御室哲志, ヒヤリハットデータにおける走行パターン類似度の検討、日本機械学会東北学生会 第47回学生員卒業研究発表講演会講演論文集 909, pp.234-235, 東北学院大, 2017年3月

菊地理人, 植西佑貴, 菊地幸太, 御室哲志, 速度, 加速度プロファイルを用いたドライブレコーダデータのシナリオ理解, 日本機械学会第25回交通・物流部門大会(TRANSLOG2016)[No.16-36] 2202, 東京大学生産技術研究所, 2016年12月

高梨宏之, 橋本皓輝, 御室哲志, 信号交差点における信号変化時の対歩行者ヒヤリハットの特徴, 平成28年電気学会産業応用部門大会, 4-7 群馬大学, 2016年8月

菊地理人, 植西佑貴, 御室哲志, 周波数領域を用いたシナリオ判別の妥当性の評価, 日本機械学会東北支部 第51期総会・講演会, 161, 仙台, 2016年3月

竹田愛, 御室哲志, 注意喚起効果評価用の実車実験システム, 日本機械学会東北学生会 第46回学生員卒業研究発表講演会, 405, 福島大学, 2016年3月

植西佑貴, 菊地理人, 御室哲志, 時歴データを活用したドライブレコーダデータのシナリオ理解, 日本機械学会東北学生会 第46回学生員卒業研究発表講演会, 405, 福島大学, 2016年3月

本田慎一郎, 塚原俊哉, 浅田浩之, 御室哲志, 高梨宏之, 対歩行者ヒヤリハットのシナリオ解析, 自動車技術会中部支部研究発表会, 名古屋国際会議場, 2015年6月

浦川将太郎, 御室哲志, 運転支援システムの高度化への走行ログの活用方法, 日本機械学会東北学生会 第45回学生員卒業研究発表講演会, 510, pp.113-114, 八戸高専, 2015年3月

菊地理人, 日景由華, 御室哲志, ドライブレコーダデータの自動分別の試み, 計測自動制御学会東北支部 第290回研究集会, 290-4, 秋田県立大学本荘キャンパス, 2014年7月

[その他]

ホームページ等

http://www.akita-pu.ac.jp/system/mise/bio_intelligence/human_support/mimuro_lab/research.html

6. 研究組織

(1)研究代表者

御室 哲志 (MIMURO, Tetsushi)

秋田県立大学・システム科学技術学部・教授

研究者番号: 90507112

(2)研究分担者

高梨 宏之 (TAKANASHI, Hiroyuki)

日本大学・工学部・准教授

研究者番号: 30398333