

機関番号：13904

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21760195

研究課題名（和文）

ハンドルセンサシステムを用いたドライバ生体・生理行動の定量推定

研究課題名（英文）

A Study of Estimation method for Biological behavior of a Vehicle Driver using Steering Wheel Sensor System

研究代表者

今村 孝（IMAMURA TAKASHI）

豊橋技術科学大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：10422809

研究成果の概要（和文）：本研究では、ドライバの行動による自動車事故撲滅を目指し、運転時の肉体的疲労や心理的負担の推定手法の開発を目的とした。そして、ドライバのハンドル操作に着目し、ハンドルを握る圧力（把持行動）を最大32点の小型センサで計測するセンサシステムを用いた行動計測・状態推定手法を検討した。特にセンサシステムからの把持行動と時系列に得られる生体・心理指標とを同時計測し関連付け、運転支援にむけた計測・推定手法を提案した。

研究成果の概要（英文）：

This study aims to realize the reducing of car accident caused by driver's behavior and to development an estimation method for physical and psychological stress of the vehicle driver. The steering wheel sensor system which has 32 points of small pressure sensors and can measure for grasping forces and patterns of vehicle driver had proposed from the viewpoint of driver's behavior analysis. By using this sensor system, grasp behavior and biological signals of driver were measured and correspondence analysis for these data has been conducted. And, the validity of the proposed measurement and estimation method for the driving support also has confirmed through the experiments and analysis results.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,800,000	840,000	3,640,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：計測・制御工学

科研費の分科・細目：機械工学，知能機械学・機械システム

キーワード：感性情報学，交通事故，モデル化，ユーザインタフェース，把持行動，非侵襲計測

## 1. 研究開始当初の背景

近年，交通事故における死傷者数は，様々な衝突安全機能の開発・実用化に伴い，減少傾向にある。その一方で，事故の発生件数は，この20年間，未だ高い数値を維持している。

事故の発生原因の多くは，人為的な認知・判断のミスであるといわれ，多くの研究者らに自動車のメーカー各社では，事故件数の低減に向けた新たな技術開発を進めている。

その一つの方法は，ドライバの状態を監

視・推定し、事故要因や予兆を抽出して、事故を未然に防ぐというものであり、様々な計測手法が検討されている。これらは、カメラなどによる非接触計測と、ドライバにセンサを装着する接触計測に大別される。一般に、接触計測は、ドライバへの拘束・侵襲性が問題となり、運転に支障をきたす恐れがある。しかしながら、体表面から計測される種々の生理指標は、ドライバの内部状態を測る上で重要な情報であり、かつ、非接触計測に比べて、精度や確度の向上が期待できる。

## 2. 研究の目的

本研究では、運転操作において「握る」必然性を有する操作デバイスへ接触センサを組込む方法を提案し、そのセンサシステムの設計・試作することにより、非拘束・接触式の生体情報計測センサの開発を目的としている。本課題研究開始以前に、すでにセンサシステムの試作を完了し、合計32点の小型圧力センサによって、自動車運転時のドライバの把持力および把持位置を含む把持行動の計測が可能となっている。

そこで、本課題研究では、同センサシステムと各種生体情報計測装置を併用することによって、ドライバの自動車運転時における、肉体的疲労・心理的負担と、把持行動との関連性について調査検討を行うことを目的とする。また、この生体情報と把持行動との関連性にもとづき、最終的には、把持行動からドライバの肉体的・心理的内部状態の推定手法についても検討する。

加えて、ドライバの心理状態を計測するにあたり、その実験環境、実験条件の設計方法を検討する必要性も生じた。ドライバとなる被験者が生身の人間である以上、その感性や行動、思考によって、心理的な状態も大きく変化することが予想される。これに対して、計測装置および推定方法を確立する上で、被験者の状態管理が大きな問題となった。そこで、本課題研究の最終段階においては、各被験者ドライバに可能な限り一律な手段によって、統一的にストレスを付与する、あるいはそのストレスを緩和させる実験デザイン（実験手順や実験課題等）についても検討した。

## 3. 研究の方法

### (1) 主計測装置

本課題研究においては、図1に示す試作センサシステム（以下、ハンドルセンサ）を主計測装置として用いる。また、このハンドルセンサから得られるハンドルを握る際の圧力データを把持行動データとする。このハンドルセンサから得られる把持行動は、ドライバの疲労度、緊張度、あるいは眠気といった生理行動との関連性があるものと仮定して

いる。



図1 ハンドルセンサの概観

### (2) 副計測機器

(1)で示した主計測装置から得られる把持行動と対比する生理行動を観測するために、以下の2点の計測装置を導入する。

#### ①サーモグラフィ

まず1点目は、サーモグラフィである。これは体表面や物体からの放射熱を赤外線量によって観測する非接触式の装置であり、計測用カメラとカメラ画像から熱データを算出し、可視化するソフトウェアにより構成される。これにより、ヒトの顔、特に鼻頭と額との温度差を解析することによって、ヒトの緊張度変化を定量評価する方法が従来提案されており、国内外の研究に採用されている。

#### ②ワイヤレスホルタ型計測器

2点目は、心拍および身体移動可速度を計測するワイヤレスホルタ型計測器である。これは接触式ではあるが、心臓の拍動波形をリアルタイムに計測することが可能である。ヒトの心理状態は、交感神経・副交感神経の優位性の判断により、緊張/リラックス、集中/弛緩などの内部状態変化として捉えることが可能なことが知られている。

### (3) 行動推定に関する手法の導入

(2)で示した生体情報を本研究提案手法との対比情報として採用し、相関性解析等を行うこととし、研究を開始した。課題研究初年度においては、これらの機器整備等を進め、特にサーモグラフィの解析環境整備を行った。これにより従来研究に準じた画像解析および被験者実験による緊張度評価が行えることが確認できた。しかし、取得される熱画像の処理に多くの時間を要し、他の計測方法との時間同期を取ることが困難となった。その解決策として一旦画像の記録のみを行う方法も検討したが、画像取得可能な容量が実験時間に対して十分確保できないことが明らかになった。これらの他のデータとの時間分解能の統一、全実験時間中のデータ確保の観点から、本件データについては参考データとして取り扱うこととした。

また、これに代わる行動心理傾向の把握方法として、行動推定手法を導入し、行動関連事象から行動心理傾向を把握する方法を構築した。また、関連する被験者実験において、被験者の行動心理傾向を、実験条件からある程度統制する方法を検討した。

#### ①隠れマルコフモデルを用いた行動推定

上記の理由により、並行して検討していた、隠れマルコフモデルによる行動推定手法を用いることで、運転時の被験者の行動心理傾向を推定することとした。これは時系列的に得られる複数の行動情報の統計解析により、隠れ量として明示的な行動情報以外の情報を分析するデータ分類手法である。ここでは特に、自動車運転時の進行方向に対する、発進・加速・減速・停止の合計4つの行動心理傾向の分類を行い、70%程度の分類性能を確認している(図2)。

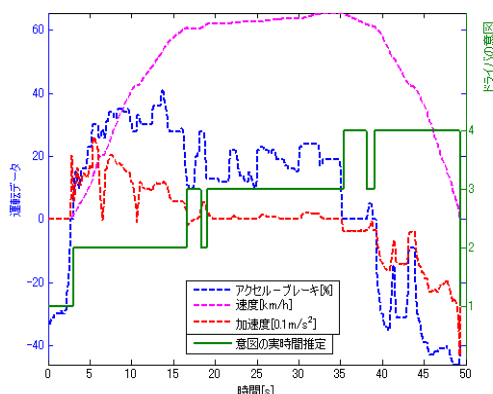


図2 行動心理傾向の分類結果

#### ②被験者心理実験の実験デザイン手法

本研究では、被験者を動員した実験により自動車運転行動の計測を行う。この際、実験中の被験者の安全確保、ならびに、道路交通法等の関連法令遵守の観点から、ドライビングシミュレータ(三菱プレジジョン製DS-6000)を用いている。これにより、上記の制限を満足しながら安全な実験実施が可能となっているが、その反面、実際の運転行動とシミュレータによる擬似運転との乖離が問題となっている。同様に、今回対象とするような運転時の心理状態(緊張・あせり・リラックス等)へ、被験者が意識せずに移行することや、実験者が実験条件として心理状態変化を統制・制御できることも重要となる。そこで、これらの実験条件制御を目的とした、心理実験デザインについて検討した。ここでは、行動心理傾向として、主に、「緊張・ストレス」「弛緩・リラックス」の1対の行動心理に着目し、この二者を実験環境中の刺激や実験タスクによって被験者に付与することを想定した。

「緊張・ストレス」に関わる情報としては、

外的刺激としてホワイトノイズ音を、また行動条件としてはあせりを誘発するようなタイムトライアルによる行動指示を適用した。一方、「弛緩・リラックス」に関わる情報としては、ドライバの嗜好にもとづく一般楽曲と音楽療法等に用いられる音楽(いわゆるヒーリングミュージック)を適用した。

これらの環境情報を、いくつかの実施日程・回数条件の調整を行い、複数の被験者に対して実験を行った。その効果検証の方法としては、前述の心拍変動計測を行うとともに、実験状況をビデオ撮影し、実験終了後に実験者・被験者がビデオ鑑賞しながら追想しアンケート調査を行った。特にアンケートについては、実験中の被験者の主観情報の取得が、実験上困難であることから、上記の手法とした。これらの心拍変動解析およびアンケート調査の主成分分析を行い、目的とする行動心理傾向の実現可否を確認し、実験回数等の最適化を行った。

#### 4. 研究成果

まず、主計測装置であるハンドルセンサによる計測系としては、ドライビングシミュレータに実装し、運転行動情報とともに同期記録ができる環境を整備した。また、非同期計測したサーモグラフィによる熱画像解析結果との対比により、把持行動(把持圧力)変動と被験者の緊張度との関連性を把握した。

さらに行動心理傾向との時系列上での変化傾向を把握することを目的とし、隠れマルコフモデルを用いた行動推定システムを構築し、ここから得られる、加速・減速傾向と、把持行動変動との関連性についても調査した。これらの主に運転行動に基づく情報においては、課題研究開始当初の仮定を支持する結果が得られている。

これらにもとづき、さらに長期の運転行動と行動心理およびストレスやリラックスなどの心理状態変化との関連性を把握するための心理実験デザイン手法を検討した。複数の被験者において、任意のタイミングでストレス付与を行える実験条件を確立した。

今後はこれらを全統合し、行動情報、外的刺激など複数情報を計測・制御した環境下でのドライバ行動の計測・推定を行い、その推定精度の向上を目指す。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計9件)

- ① 今村孝, 章 忠, 三宅哲夫, 自動車運転の予防安全技術に関する研究事例紹介, 豊川商工会議所 産学連携推進協議会, (2011.03.23)
- ② 笠井かおり, 章 忠, 今村 孝, 三宅哲夫, 自動車運転時における, 心理実験のデザインとその効果の検討, 第11回公益社団法人計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2010), pp.390-393 (2010.12.23-25)
- ③ Takashi Imamura, Hagito Yamashita, Zhong Zhang and Tetsuo Miyake, A Study of Classification for Driver's Normality Using Cooperativeness of Driving Behaviors, International Conference on Innovative Computing, Information and Control 2010 (ICICIC2010, Dec. 20-22, 2010, Xi'an, China), ICIC Express letters, Part B: Applications, Vol. 2, Num. 3, June 2011 pp. 647-652
- ④ T. Imamura, T. Takahashi, Z. Zhang, T. Miyake, Estimation method for Driver's Intentions using Hidden Markov Models, Toyohashi University of Technology, Proceedings of the International Symposium on Electronics-Inspired Interdisciplinary Research, pp.71 (2010.11.16)
- ⑤ T. IMAMURA, T. TAKAHASHI, Z. ZHANG and T. MIYAKE, Estimation for Driver's Intentions in Straight Road Environment using Hidden Markov Models, Proc. of IEEE International Conference on System, Man and Cybernetics (SMC2010, Oct. 10-13, 2010, Istanbul, Turkey), pp.2971-2974.
- ⑥ 今村孝, 竹内優斗, 章 忠, 三宅哲夫, ハンドルセンサを用いた運転時把持行動の計測と解析, 第10回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2009), pp.360-361 (2009.12.24-26)
- ⑦ Takashi Imamura, Zhong Zhang, Tetsuo Miyake and Kazuaki Sawada, Synchronized Instrumentation for Driving Behavior and Biological Information using a Steering Wheel Sensor, Proceedings of the International Symposium 2009 in Tokyo -"Advanced Intelligence" developed with Smart Sensing -, Toyohashi University of Technology Global COE Program (Nov. 5th, Tokyo JAPAN), pp.79

- ⑧ Othman Md Rizal, Zhong Zhang, Takashi Imamura, Tetsuo Miyake, Modeling Driver Operation Behavior by Linear Prediction Analysis and Auto associative Neural Network, Proceeding of The 2009 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (IEEE SMC2009, Oct 11-15, 2009, San Antonio USA), pp.655-659
- ⑨ Takashi Imamura, Zhong Zhang, Tetsuo Miyake, Othman MD Rizal, Development of a Sensor System for Grasp Behavior on a Steering Wheel, Proceeding of The 2009 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (IEEE SMC2009, Oct 11-15, 2009, San Antonio USA), pp.256-260

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計◇件)

[その他]

ホームページ等

<http://is.me.tut.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

今村 孝 (IMAMURA TAKASHI)

豊橋技術科学大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号: 10422809

(2) 研究分担者

( )

研究者番号:

(3) 連携研究者

( )

研究者番号: