

簡易設置可能な運転挙動測定システムの開発

中村 貴志[†] 松木 裕二[‡] 志堂寺 和則[‡] 渡邊 聡[†]

[†]九州大学大学院システム情報科学府知能システム学専攻 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744

[‡]九州大学大学院システム情報科学研究院知能システム学部門 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744

E-mail: [†]{nakamut, watanas}@brain.is.kyushu-u.ac.jp, [‡]{matsuki, shidoji}@brain.is.kyushu-u.ac.jp,

あらまし 現在、運転挙動の測定を行う実験の多くは、運転挙動測定装置を搭載した実験専用車両を被験者が運転することによって行われている。しかしながら、この方法では、自分の運転に対する評価を被験者が過剰に意識したりするため、普段の運転挙動を測定することが困難となっていた。そこで、著者らは、被験者の車両に容易に設置可能なシステムを開発した。この装置を被験者が普段使用する車両に搭載することで、速度、加速度、車両位置、車両距離、前方映像を長期間連続して測定することが可能になった。また、取得した全ての運転挙動データを人が確認するのは大変であるため、データから必要な部分を自動的に抽出するシステムを開発した。

キーワード 運転挙動, 簡易設置, データの自動解析

Development of a Driving Behavior Measuring System That Is Easily Installed

Takashi NAKAMURA[†] Yuji MATSUKI[‡] Kazunori SHIDOJI[‡] and Satoshi WATANABE[†]

[†] Department of Intelligent Systems, Graduate School of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University 744 Motooka, Nishi-ku, Fukuoka, 819-0395 Japan

[‡] Department of Intelligent Systems, Faculty of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University 744 Motooka, Nishi-ku, Fukuoka, 819-0395 Japan

E-mail: [†]{nakamut, watanas}@brain.is.kyushu-u.ac.jp, [‡]{matsuki, shidoji}@brain.is.kyushu-u.ac.jp,

Abstract To measure drivers' behavior, experimental vehicles must be driven by test drivers. But because drivers are then conscious of the experiment, their everyday driving behavior cannot be analyzed. To measure and record everyday driving behavior, we developed a portable device that installs easily and measures car speed, acceleration, position, distance gap, and a frontal image. This device can be installed in drivers' personal cars so that we can examine their long-term driving behavior. In addition, we have developed a system that automatically analyzes the recorded driving behavior.

Keyword Driving Behavior, Simple Installation, Automatic Data Selection

1. はじめに

交通研究において、運転特性の解析や運転者教育など、運転挙動測定を必要とする実験は多く存在する。運転挙動を測定する実験では、運転挙動測定装置を搭載した実験専用車両を用いる必要がある。現在までの実験では、このような車両を被験者が運転することで運転挙動を測定していた。しかし、このような実験車両を複数台準備することは容易でない。そのため、多くの運転者のデータを得ようとする、どうしても一人当たりの測定は短時間とならざるを得ない。さらに、先行研究より、短期間の測定実験では、被験者が実験

を意識してしまうため、普段の運転挙動を測定することが非常に困難であることがわかっている[1]。

そこで、著者らは、車両に容易に設置可能な運転挙動測定システムを開発した。このシステムは、車両を改造することなく搭載できるため、被験者が普段使用する車両での測定が可能となる。したがって、従来の測定方法では困難であった、長期間連続した日常運転時の運転挙動測定が容易となる。

また、取得した運転挙動データの中から、追従走行時、ニアミス発生時など、必要なデータのみを抽出する場合、データ数が多くなると、データの確認に多大

な労力を要する。そこで、取得したデータから必要なデータを自動的に抽出するシステムの開発を試みた。

2. 運転挙動測定システム

運転挙動測定システムは、車載システムとデータ解析システムの2つのサブシステムから成り立つ。車載システムは、運転者の車両に搭載し、運転挙動の測定と記録を行うシステムである。データ解析システムは、車載システムで取得した運転挙動データから必要なデータを抽出し、運転挙動データを表示するシステムである。

2.1. 車載システム

車載システムのハードウェア構成を図1に示す。システムで測定可能なデータは、前方映像、車両位置（緯度、経度）、速度、加速度、車間距離であった。このシステムは、測定装置、測定インタフェース、車載コンピュータの3つで構成した。

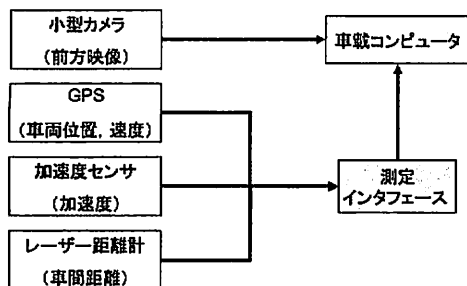


図1 車載システムのハードウェア構成

・測定装置

前方映像は、小型カメラ（多摩電子工業製 USB ネットカメラ）によって撮影した。車両位置、及び速度は、GPS レシーバ（GARMIN 製マース 15）を用いて測定した。加速度は、3 軸加速度センサ（スター精密製 ACA302）を用いて測定した。加速度は、前後、左右、上下の3軸を測定した。車間距離は、レーザー距離計（BUSHNELL 製 ヤーデージプロッター）を用いて測定した。使用するレーザー距離計は、距離データを外部端末へ出力する機能を備えていなかった。そのため、距離データを出力できるように改造を施した。

各データのサンプリング周期は、前方映像（352x288pixel）が1fps、速度、車両位置、車間距離が1Hz、加速度が10Hzであった。

これらの測定装置は、車内のダッシュボード上に設置する。車内への設置状況の写真を図2に示した。



図2 測定装置の設置状況

・測定インタフェース

測定インタフェースは、測定装置と車載コンピュータ間のインタフェースであり、マイクロプロセッサボード（秋月電子製 AKI-H8/3052 マイコンボード）を使用し構築した。本インタフェースにおいては、レーザー距離計、GPS、加速度センサからの入力をまとめ、RS-232C で車載コンピュータに出力した。

測定装置インタフェースによって、測定装置と車載コンピュータとの直接接続に比べて、コンピュータの負荷は減少し、配線を単純にすることが可能となった。

・車載コンピュータ（ハード）

車載コンピュータ（ADVANTECH 製 PCM-9373）は、各測定装置から送られてくる運転挙動データを記録した。

車内は激しい振動があるため、車載するハードウェアには駆動部分が無いものを使用した。記憶装置にはハードディスクの代わりに2種類のメモリーカードを使用した。1つ目は、OS やアプリケーションを記録したメモリーカード（ロムウィン製 ROM-Win Card）であった。このメモリーカードは、動作中の電源ダウンによる OS やプログラムの破損がないという利点を有していた。また、ディスクレスの小型なシステムが構築可能であるという利点もあった。2つ目は、運転挙動データを記録するメモリーカード（SanDisk 製コンパクトフラッシュ 2GB）であった。ハードディスクを使用しないことにより、車載部分には駆動部品が無くなり、激しい振動にも耐えることが可能であると考えたため、を使用した。

車両に装置を設置しやすいように、加速度センサ、測定インタフェース、車載コンピュータは、一つのハードウェアボックスにまとめた。これにより、配線の接触不良を抑えることができ、配線数が少ないため、見た目もすっきりしたものとなった。

今回作製したハードウェアボックスの大きさは、270x200x50mm であるため、助手席の下に収納できた。このボックスに接続する配線は電源、小型カメラ、レーザー距離計、GPS アンテナの4本となった。

・車載コンピュータ（運転挙動記録アプリケーション）

運転挙動記録アプリケーションは、Microsoft 社製 Visual C++6.0 を用いて作成した。

本車載システムでは、車両が停止している間はメモリーカードにデータを書き込まないようにした。データを書き込む途中でエンジンを切り、システムを停止させてしまうと、運転挙動データやデータ保存用のメモリーカードを破損させる可能性があるためである。

車両が停止しているかの判断には、速度情報を使用せず、加速度情報を使用した。速度を使用しない理由は、GPS 衛星からの情報が誤っている場合があり、停止時であっても走行しているとみなしてしまうためであった。

車両走行時と停止時の加速度のグラフを図 3、図 4 に示した。図より、上下方向の加速度は 1G (1G=9.8m/s² とする) 付近の値をとっているが、これは重力が下方向にはたらくしているためであった。走行時と停止時の加速度を比較すると、走行時は 3 方向とも加速度のばらつきが停止時より大きい。これは、路面の凹凸によって車両が振動するためと考えられる。なお、加速度センサからの出力にノイズが入り、停止時においても瞬間的にばらつきが大きくなる場合があった。

そこで、過去 1 秒間と 2 秒間の加速度の標準偏差が閾値を超えているかで停止時の判断をすることにした。まず、停止時と走行時の各方向の加速度の標準偏差を調べた結果より、今回、前後、左右、上下の 3 方向の閾値をいずれも 0.03G とした。過去 1 秒間のデータから 3 方向の標準偏差、過去 2 秒間のデータから 3 方向の標準偏差を算出し、この 6 つのうち閾値を超えたものが 3 つ以下ならば停止しているとみなすことにした。

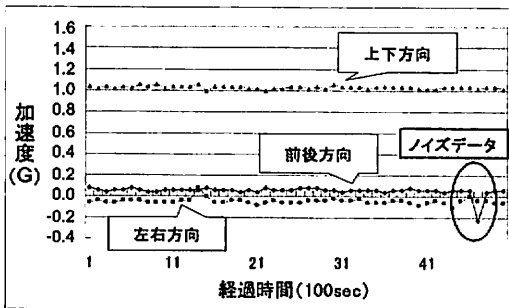


図 3 停止時の加速度のグラフ

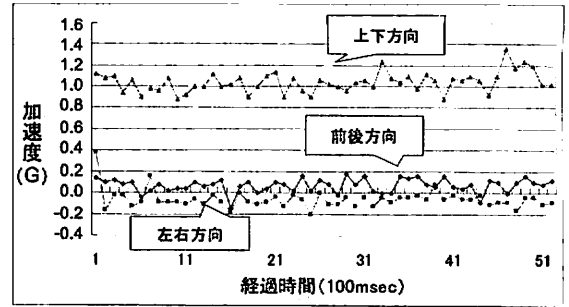


図 4 走行時の加速度のグラフ

2.2. データ解析システム

著者らは、追従時の運転特性について研究を行っている。よって、測定実験で得たデータの中でも、追従時のみの運転挙動を必要とする。また、データの中には、速度や車間距離を正しく測定できていないデータが含まれている。取得したデータ数が多いと、データの確認作業に多大な労力がかかる。データ解析システムは、これらの作業を自動で行うものである。今回は、運転者が意図的に速度や車間距離を維持して先行車を追従したデータを検出することにした。

運転挙動解析アプリケーションは、Microsoft 社製 Visual C++6.0 を用いて作成した。このアプリケーションには、追従時データを検出する機能と、運転挙動データを表示する機能を有するようにした。

・追従時データ検出機能

以下の場合には、運転者が意図的に先行車を追従していないとみなした。

- ・速度が 20km/h 未満で走行した場合
(低速時は、渋滞などにより通常の間車距離が取れない場合があるため)
- ・過去 5 秒間の車間距離の標準偏差が 10m 以上であった場合
(車間距離にばらつきがある場合、意図的に車間距離を維持して追従していないとしたため)
- ・車間時間が 5 秒以上で走行した場合
(車間時間が長い場合、意図的に追従していないとしたため)
- ・車間距離が 100m 以上であった場合
(先行車ではなく別の物体との距離を測定している可能性が高くなるため)
- ・車間距離、速度のどちらか一方でも測定できなかった場合
(データの解析ができないため)

意図的に先行車の追従を開始したとする条件は、上記の条件を 1 つも満たさない場合とした。先行車の追従を終了したとする条件は、上記の条件を 1 つでも満たした場合とした。

・運転挙動データ表示機能

運転挙動データを表示するためのログビューアを図5に示した。ログビューアでは、前方映像、運転挙動のグラフ（速度、加速度、車間距離、車間時間）を確認することが可能であった。また、スクロールバーを移動させることで画面に表示するデータの時刻を変えることもできた。速度、車間距離、車間時間のグラフは表示時刻の前後10秒分、加速度のグラフは前後3秒分の推移を示したものである。

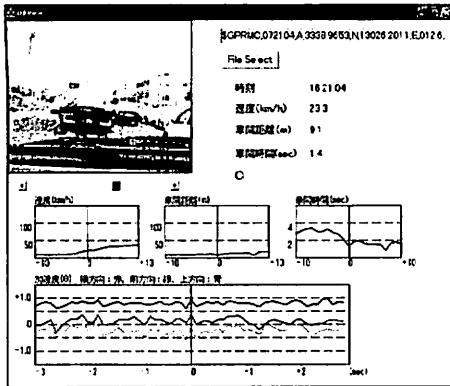


図5 ログビューア

3. 検証実験

データ解析システムによって抽出した追従時が、実際に運転者が意図的に追従したときとどの程度一致するかを検証した。

3.1. 方法

・被験者

被験者は、普通自動車運転免許を保持する30代の男性1名であった。

・手続き

被験者は、本システムを搭載した車両（日産自動車製、SERENA、型式 UA-TC24）で予め決められたコースを運転した。実験コースは福岡市箱崎から平山交差点までの一般道国道3号線（ほぼ片側3車線、片道8.0km）の往復であった。本実験コースは、折り返し地点以外、右左折を行う必要はなかった。実験中は、助手席に実験者を同乗させた。被験者には、意識的に先行車の追従を開始したときと終了したときは、その都度実験者に申告することを教示した。また、中央車線を運転することも教示した。実験者は、被験者が申告したときの時刻を記録した。

3.2. 結果・考察

実験結果を表1に示した。データは1Hzであった。走行データは、本実験で取得した走行中のデータとした。追従データは、追従中であると被験者が申告したときのデータとした。但し、速度が20km/h未満であったデータは追従データから除外した。抽出データは、

追従データの中で、システムが追従時とみなしたデータとした。正答率は、抽出データ数を追従データ数で除した値とした。また、抽出に失敗したデータの内訳を表2に示した。

表1 実験結果

追従データ数	抽出データ数	正答率
816	614	75%

(走行データ数：1735)

表2 抽出に失敗したデータの内訳

測定装置による測定不能データ		システムによる除外データ	総数
GPS	レーザー距離計	車間距離の標準偏差が10m以上	
69	92	41	202

GPSの測定不能データに関して、高架下などを運転するときはGPSの受信状態が悪くなるため、速度を測定できなかった。

レーザー距離計の測定不能データに関して、カーブを走行中は正面に先行車がいなくなるため、距離を測定できなかった。また、直線の道路を運転していても、距離計から照射される赤外線がうまく先行車に当たらないことがあったため、測定不能となる場合があった。今回の実験で用いたレーザー距離計は、赤外線がほとんど拡がらずに照射されるため、レーザー距離計の照射軸からわずかでも先行車ははずれると、車間距離を測定できないということが生じた。

また、過去5秒間に車間距離の測定不能データを含むと、車間距離にばらつきが生じているとみなすため、このようなデータは抽出に失敗した。

したがって、車間距離の測定不能データを減らすことにより、このような除外データも減らすことが可能となる。

4. 今後の課題

今後は、レーザー距離計を改良して車間距離の測定不能データを減らす必要がある。

また、今回は、追従時のデータを自動的に抽出するシステムを作成したが、急ブレーキ時や、車両の割り込み時など、他の研究で必要となるデータを検出できるようにシステムを拡張する必要がある。

文 献

- [1] 中村貴志, 松永勝也, 志堂寺和則, 松木裕二, “日常運転時の運転挙動計測,” 自動車技術会2005年秋季大会学術講演会, (9, 2005)