

# 把持・操作行動に着目したハンドルデザインと認知モデリング応用

## Steering Wheel Design based on Holding and Driving Style of a Car Driver and Its Application for the Cognitive Modeling

研究代表者 国立大学法人 豊橋技術科学大学工学部生産システム工学系 助教 今村 孝  
Takashi IMAMURA  
Assistant Professor,  
Department of Productions System Engineering,  
Toyohashi University of Technology

和文アブストラクト 自動車が開発され一般に普及してから、すでに一世紀が経過するが、その間、運転操作に用いるハンドルは、形状が円であることとその基本機能はほとんど変化がない。しかし、運転環境、特に、ドライバーに対する自動車の運転タスクは高度になり、多種多様な情報を処理しながら運転操作を遂行しなくてはならない状態になっている。ところで、自動車の運転操作において、ハンドルは常時握っておく必然性を有した数少ないインタフェースである。人間の操作、特に手を介した操作にはその人の意図・感覚情報も含まれるとすると、ハンドルを介したより高度な操作・情報提示が可能であると考えられる。本研究の目的は、自動車のハンドルを次世代インタフェースとして発展させることにある。そのために、認知・行動解析および心理モデルの構築を目的としたハンドル把持・操作情報のデータベースの構築を行い、次世代インタフェース開発へ寄与する情報の公開をめざす。

**Abstract** The vehicles and motor cycles were developed in 19th century, and the functions of vehicle have big changed according to the diffusions to public use. In the vehicle system, the shape of steering wheel is circular shape and it has not so changed with its basic function of driving control interface. However, the driving environment and situation have accomplished the drastic transformation in 20th century; especially the driving tasks for a driver have become highly-advanced. Therefore, driving operation must be done with so many processing for the information around the driving environment. From these reasons, the driver supporting system has researched and developed in the fields of automotive engineering, and also its importance has increased. On the other hand, the steering wheel is special driving interface, because drivers will always grabbing with inevitability during there driving operation. From the viewpoint of human operation by the hand, it is assumed that the driver's skills, intentions and psychological information also include their handing behaviors. And the sensing for these information will be done easily by using the sensors set into the steering wheel. Moreover, it has the possibility for realization of suitable driver-vehicle interaction with high quality information for intuitive driving. This research is aimed at evolutionary design for steering wheel as a vehicle driving interface oriented to the driver-vehicle interaction. In this research, we construct the database including the driver's holding/grabbing style and one's operational information for steering wheel. And we propose the psychological model about the driver's cognition and driving operation based on the database.

### 1. 研究目的

多発する自動車事故原因の大半は、ドライバーの認知・判断ミスである。そのため事故防止策として、特に居眠り・よそ見・ぼんやり運転の低減を目的とした警報機器などが市販化されている。しかし本質的な支援・予防安全対策とは、高精度・先見的に居眠り・ぼんやりを検出することであり、そのためには、ドライバーから直接生体情報を検出して早期判定・推定精度の向上に寄与することが不可欠である。

一方で、直接計測型生体センサは、装着の手間・拘束性・侵襲性等の問題と、乗・降車時の装着・取外しによる装着ミス・未装着が生じる問題がある。したがって、皮膚が確実に接触する車内機器からの検出が望ましいといえる。

そこで本研究では、ドライバーのハンドル把持・操作行動に着目し、これを検出する手法の検討、およ

びその結果にもとづくハンドルデザインへの応用を検討する。具体的には、ハンドルの把持行動の基礎調査を行った上で、内蔵したセンサ群を選択的・効率的に利用した低侵襲ハンドルセンサアレイを提案・実装する。

これらを実現するために、以下のような細分化テーマを設定した。

- ① 本システムでは把持位置や生体情報を検出するハンドル内蔵複合型センサ群（アレイ）の設計・実装
- ② 個人や操作状況・運転環境に応じたドライバーのハンドル把持姿勢データベースの構築
- ③ 操作行動に着目したドライバーの認知行動あるいは環境適応能力を推定するシステムの検討  
これらを個々に実現し統合することにより選択的かつ効率的な生体検出センサの利用を実現し、

ドライバに違和感なく、安定して生体信号を検出し、運転中のドライバ状態推定・認知能力推定への応用を目指す。

## 2. 研究経過

本研究では先に示した項目を実施するために、以下に示すドライビングシミュレータを用いた実験環境を用いた。そして、同システムを用いた基礎実験によるドライバ行動収集と運転行動解析を実施した。それらの解析結果にもとづき、市販の小型圧力センサを内蔵するセンサシステム設計・試作した。

### (ア) 実験システムの概要

本来実車両を用いた実験が望ましいが、安全かつ効率的に実験を行うために、本研究では、図1に示すドライビングシミュレータ装置を用いた。また図2に同装置内蔵の運転行動記録が可能な運転環境概要を示す。同装置は、運転コースプログラムに加え、ドライバの運転操作情報を取得可能である。これらのプログラムに対し、生体信号と同期した任意の運転データ計測のため、下図に示す各種センサを導入し、同期収録環境を整備した。



図1 実験装置

### (イ) データ収集のための基礎実験

前述②にあるハンドルの把持位置・把持姿勢に関する基礎調査実験を実施した。

本実験の目的は、ドライバの多様なハンドル把持傾向を把握することにある。一般的にドライバは、ハンドル把持姿勢として、「10時10分」の位置を握ることを、自動車教習の段階で指導されている。しかしながら、ハンドル上部や下部を中心に把持するドライバが見受けられるのも事実である。

これらの把持姿勢について、あらかじめ情報を収集し保有することで、ハンドル把持を介した生体計測およびドライバ状態推定の精度向上や処理の高速化が期待できる。また、このようなハンドル把持情報のデータベースは、ハンドル形状自体の設計にも応用が可能であると考えられる。このような観点から、図2に示す運転環境における把持傾向の調査を行った。被験者としては、男女11名の被験者を動員し、これにより把持行動データ11名のべ130回程度の運転情報を映像として蓄積した。なお、本実験は申請者所属機関における倫理規定「ヒトを対象とする研究規定」にもとづく審査を受審の上、被験者のインフォームドコンセントを得て実施した。

## 3. 研究成果

### (ア) 把持操作行動の分析

図3に本実験で得られた把持行動の一例を示す。図示した結果は、図2に示す運転経路上を1～4の区間に区切り、各区間において最も多く見られた把持姿勢を抽出したものである。これに加え、運転経路上に3箇所ある交差点右左折のうち、最後の右折時において、対向車両の途切れが生じるのを待つ際の把持姿勢を抽出したものである。この結果より、まず、被験者個々に把持姿勢は特有なものがあることが定性的に確認できる。このことは、把持姿勢を解析することで、ドライバの個人識別が実現可能性

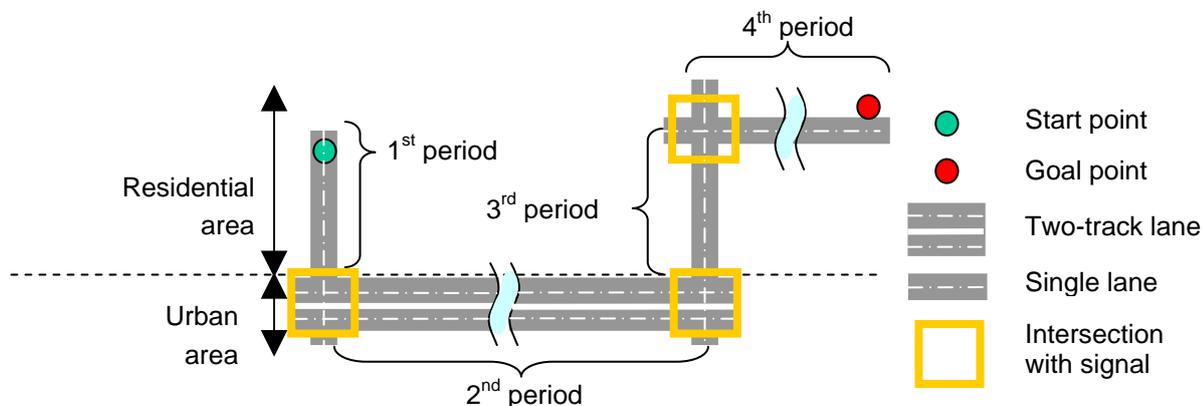


図2 市街地走行を含む運転実験コースの概略

であることを示唆している。また、ドライバ個人情報として、基本的な把持姿勢を記憶しておくことで、ハンドルに生体センサを設置する際の最適配置の決定、あるいは、あらかじめ配置した多数のセンサからドライバごとに選択的に使用することが可能であると考える。このように、ハンドル把持行動の記録が可能であることを確認した。今後は更なる実験により、データ分布の解析が必要であるといえる。

また一方で、上記の結果にもとづき、ハンドル上の把持が集中する箇所を特定した上で、把持圧力の

計測を行うためのセンサシステムについて検討を行った。ここでは、市販の小型圧力センサを複数個ハンドル内に内蔵することを考え、そのセンサ配置を検討し、ハンドルメーカーと共にその基礎設計を行った。現在は、試作システムを構築しており、完了次第、動作検証の基礎実験を行う予定である。

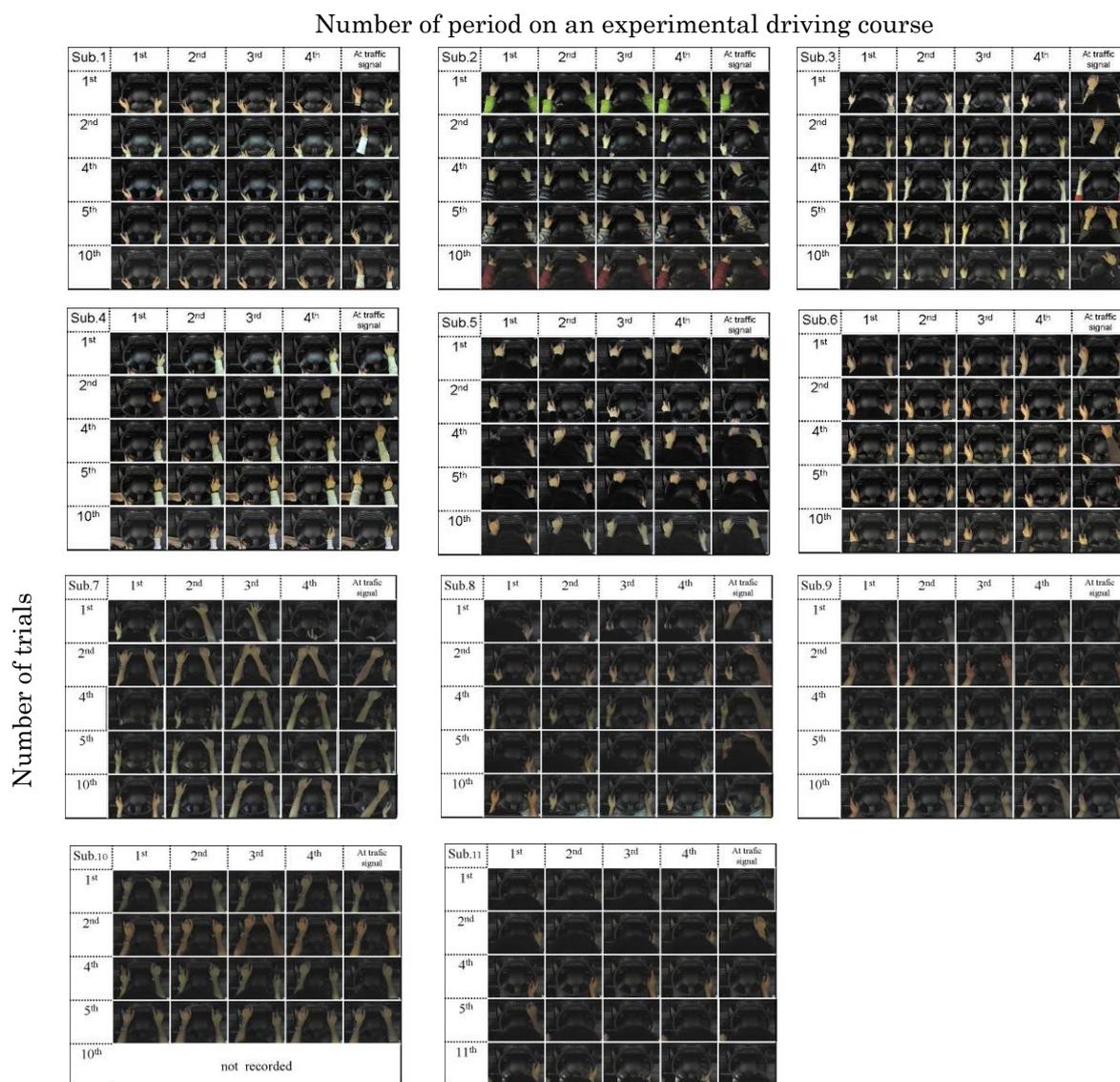


図3 ドライバのハンドル把持行動計測結果の一例

### (イ) 運転技能推定に関する検討

上記の実験では、ドライバの運転行動情報から、ドライバ自身の運転技能や行動特性の把握を試みた。ドライビングシミュレータは、運転行動や環境

をおおまかに再現し、運転の訓練が可能であるが、ハンドル操作反力や加減速感覚の再現は不十分である。そのためドライバは通常の運転との誤差を補正する必要がある。この補正を行う行動は“運転行動

への慣れ”と解釈することができる。そこで、ドライビングシミュレータ上における運転行動を評価することにより、ドライバの経験や慣れを定量的に評価する方法を検討した。

ここでは、図2に示した運転環境のうち、2箇所存在する信号交差点停止線への停車行動を解析対象とした。解析においては、各被験者毎に2箇所の停止行動の平均値を算出し、これをドライバの停止目標値として仮に定めた。その上で各行動を評価したところ、運転試行数が増加するにつれて、一定の運転停止行動に収束する傾向が見られた。この収束傾向は、ドライバへの運転操作環境に対する“慣れ”に関するアンケート調査とも一致している。さらに、運転回数を増加し、運転時間に制約をかけたタイムトライアル等を実施して、ドライバへの心理負担の増加時の傾向を調査した。その結果、環境変化にともなって運転行動のばらつきが見受けられるが、当初と同様に運転回数の増加によって再び行動が収束することが確認できた。

したがって、ここで検討した車両内部からみた運転操作情報のみでドライバの適応能力を簡易評価・推定できることを明らかにできたといえる。

#### 4. 今後の課題と発展

自動車ドライバのハンドル操作行動に着目した運転行動計測方法を提案し、基礎実験によるデータ収集を行った。またその結果を定性的に解析することで、ドライバのハンドル把持行動を把握するとともに、その把持行動を計測するためのセンサ配置案を検討し、センサシステム的设计を行った。加えて、ハンドル操作を含む運転行動から、ドライバの運転操作や運転環境への適応能力の評価手法を検討し

た。その結果は、アンケート調査から得られた被験者の意識傾向とも一致しており、評価方法の妥当性が示唆された。

今後は試作中のハンドルセンサシステムを導入し、継続した実験を実施するとともに、さらに具体的なドライバ心理状況の推定への応用を検討していく。

#### 5. 発表論文リスト

1. 伊藤圭介, 今村孝, 章 忠, 三宅哲夫, 技能・心理特性を考慮した自動車ドライバモデルの構築, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会 ROBOMECH2007, pp.1A1-O10.pdf(1)-(2)
2. 今村孝, 伊藤圭介, 章 忠, 三宅哲夫, ハンドル把持・操作にもとづく自動車ドライバの行動計測, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会 ROBOMECH2007, pp.1A2-E07.pdf(1)-(2)
3. 今村孝, ドライビングシミュレータを用いたドライバの運転技能推定, 第5回 未来ビークルリサーチセンターシンポジウム 一般講演
4. 伊藤圭介, 今村孝, 章 忠, 三宅哲夫, 習熟特性を考慮した自動車ドライバモデルの構築, 自動車技術会学術講演前刷集, No.108-07, pp.17-20
5. Takashi Imamura, Keisuke Itoh, Zhong Zhang and Tetsuo Miyake, Estimation of Car Driver's Psychology and Ability using Driving Behavior, Proc. of IEEE SMC(System, Man and Cybernetics) 2007, pp.978-983 (2007.10.7-10, Montreal, Canada).
6. 今村孝, 山下萩人, 章 忠, 三宅哲夫, 伊藤圭介, MD Rizal bin Othman, ハンドル操作行動にもとづく運転行動分類とドライバセンシングの検討, 国立大学法人 豊橋技術科学大学グローバル COE”センシングアーキテクト”による最先端「インテリジェントセンシング研究開発」事例集(2008), pp.48-49

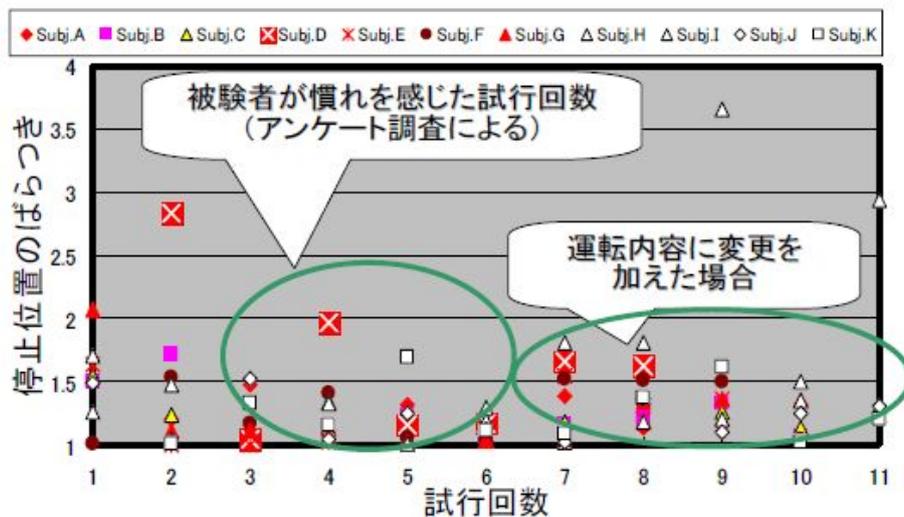


図4 交差点停止行動の繰返し精度評価による、運転慣れの把握実験結果