

長時間運転時の人間の疲労評価に関する研究

日大生産工 ○星野 隆允 (院) 日大生産工 景山 一郎

1. はじめに

我が国における交通事故発生状況や事故死者数は2003年を境に減少傾向となっている¹⁾。この要因として自動車を含め法整備、救急医療体制の整備、規制緩和といった取り組みによるものと考えられる。しかし、交通事故発生件数、死者数の絶対数は2014年時点で年間事故発生件数約57万件、死者数4113人¹⁾と依然として高い水準で推移している。このことから、交通事故発生を抑制する為には交通事故発生を未然に防止するシステムの構築が必要であると考えられる。ここで、交通事故発生要因の多くは人的要因であるとされており、これは脇見運転や漫然運転といった人的要因が多くを占めている事からも明らかである¹⁾。原因として車両運転時の疲労増加による知覚、認知、判断、操作といった運転行動パフォーマンス低下が挙げられる²⁾。現状では疲労による交通事故対策として運転時間の管理等が行われているが、個人によって負担の感じ方が異なる事から抜本的な対策となっていない。そこで、交通事故を未然に防止する為にはドライバ状態をリアルタイムに把握する事が有効であると考えられる。現在ドライバ状態を評価する研究の多くは、生体指標やアンケートを用いて行うものであり、これらの指標からドライバ状態をある程度表現可能である。しかし、これらの指標は個人差、個人内差の影響が大きい事や、生体計測機器を用いるといった実環境への運用が難しい事、リアルタイムでのドライバ状態把握が困難であるといった問題点が挙げられる。この事から定量的かつリアルタイムでドライバ状態を把握する指標の構築が必要と考えられる。以上の事から本研究ではECU等を用い入手可能な車両情報からドライバの状態を表現するモデルを構築し、人的要因による交通事故を未然に防止するシステム構築を目的とする。本報告ではドライバモデル構築の前段階として実車により長時間運転を行い、得られた運転行動の結果を既存のPIDドライバモデルにより表現する。これを用いてドライバモデル内の各制御パラメータの変化とドライバ状態について同定を行う。

2. 運転疲労実験概要

2.1 実験条件の検討

実車実験を行うにあたり疲労による運転者の運転特性変化に注目する必要がある。そこで、事前調査項目として性別や年齢、運転歴といったものが挙げられるが、運転に対する負担意識や運転意識は人それぞれ異なり、負担の感じ方は異なると考えられる。一般的な調査項目の他に、運転に取り組む際の態度や思考、及び運転に対する負担の中でどこに負担を感じるのかといった項目について運転スタイルチェックシート (DSQ) 及び運転負担感受性チェックシート (WSQ) を用いて調査を行う。走行条件は東関東自動車道路 (潮来 IC から千葉北 IC) において、往復走行あたり115km、約1時間30分程度の走行を計4回実施する。また往復走行毎に休憩を行い、休憩中は生体情報計測及びアンケートの調査を行う。また、休憩時間は15分を上限とし、時間による回復のばらつきを抑えると共に、カフェインやニコチン等の覚醒物質の摂取を禁止する。食事は事前に内容規定し、水に関しては休憩以外でも摂取を許可した。実験参加者への教示内容は、周りの道路環境に合わせて法定速度100km/h程度で走るように伝え、普段通りの運転を心がけるよう指示を行う。実験回数は終末効果の影響が考えられる為伝えない。また計測項目をTable 1に示す。

本実験は日本大学生産工学部「人を対象とする研究倫理審査委員会」認証番号：S2014-002を取得している。

Table 1 Measurement items

計測項目	
車両	前方速度、横方向速度、3軸加速度、角加速度、角度、操舵角、操舵力、車両位置、前方映像、横方向映像
生体	フリッカー値、静視力、夜間動体視力、筋硬度 (僧帽筋部)、心電、呼吸
質問	氏名、年齢、性別、運転歴、運転頻度、DSQ、WSQ、自覚症調べ、身体疲労部位調査、メンタルワークロード調査

Study on Evaluation Driver Fatigue on Long Time Driving

Takanobu HOSHINO, Ichiro KAGEYAMA

3. 実験結果とドライバ状態の検討

3.1 ドライバモデルの妥当性

次にドライバモデルの妥当性検討を行う。妥当性検討は実験で得られた操舵角の結果と Fig.1 に示すドライバモデル³⁾を用いて表現した操舵角の結果を決定係数にて検討する。各実験参加者における決定係数の結果を Table 2 に示す。

結果より、ドライバモデルは今回の実験で得られた操舵角の結果を最低でも 0.563 を示しており、中程度の相関が認められる。このことから本報告では Fig.1 に示すドライバモデルを用いて同定を行う。

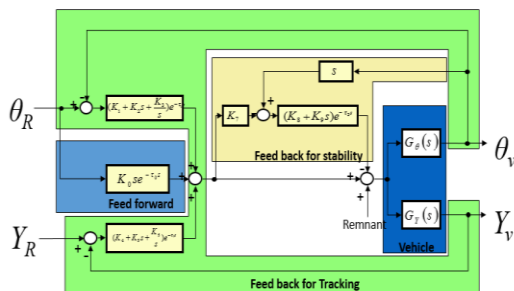


Fig.1 Driver's model

Table 2 coefficient of determination results

Participants	Driving times				Analysis Time [sec]
	1st	2nd	3rd	4th	
A	0.723	0.647	0.678	0.692	39.02
B		0.764	0.780	0.814	34.21
C	0.607	0.576	0.563	0.699	76.35
D	0.878	0.786	0.932		67.96
E	0.791	0.729	0.820	0.810	26.92
F	0.847	0.739	0.794	0.787	33.62
G	0.788	0.848	0.890	0.815	6.96

3.2 運転行動変化, 生体情報変化の結果

本節では長時間運転による各制御パラメータの変化について検討する。検討項目として知覚, 認知, 判断, 操作に関わるフィードバック制御のパラメータについて重回帰分析を行い, 標準偏回帰係数にてドライバの各 PID 制御パラメータの変化を検討する。結果として Fig.2 に示すように横軸に走行回数, 縦軸に車両と道路中立位置とのヨー角偏差微分項の標準偏回帰係数を現わすと, 7 人中 4 人に対して車両と道路中立位置とのヨー角偏差微分項のフィードバックゲイン低下が見られる。このことから長時間運転によって車両と道路中立位置とのヨー角偏差に対して感受性が低下する可能性がある事を示唆した。また, Table 3 に示すように車両と道路中立位置との横位置偏差積分項のフィードバックゲインの変化と生体情報であるフリッカー値において 7 人中 5 人に少なくとも 0.6 以上といった中程度の相関が認められる。フリッカー値

は一般的に知覚連合野における視覚情報処理能力を現わすとされており, この変化が外乱による車両位置偏差に対して, 知覚から操作に至るまでの応答性に影響した可能性が考えられる。

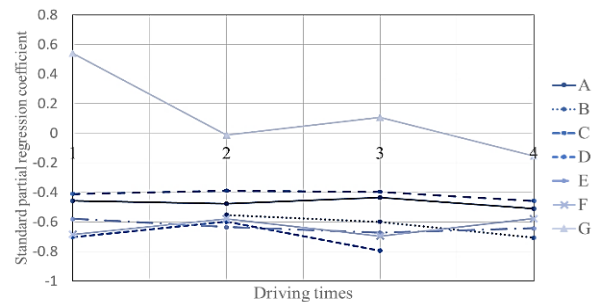


Fig.2 Driver's model results

Table 3 Correlation results

Participants	A	B	C	D
Correlation coefficient	0.0085	0.994	0.820	0.056
Participants	E	F	G	
Correlation coefficient	0.857	0.750	0.626	

4. 結言

本研究ではドライバモデルを用いて運転行動からドライバの状態把握を行う事を目的とし以下の結論を得た。

1. 外乱応答性に影響を及ぼす車両と道路中立位置との横位置偏差積分項とフリッカー値に 7 人中 5 人に中程度の相関が見られた。このことから知覚連合野の変化と外乱応答性に関係がある可能性を示唆した。
2. ドライバモデルより長時間運転時の運転行動を模擬した結果, 決定係数 0.563 から 0.890 の中程度の相関から高相関が得られた。
3. ドライバモデルより長時間運転時の運転行動として車両と道路中立位置とのヨー角偏差微分項に対してフィードバックゲインの減少が見られる可能性を示した。

今後の課題として, ドライバモデルの結果とドライバ状態との関連性を模索して行く必要がある。

「参考文献」

- 1) 警察庁交通局, 平成 26 年度中の交通事故発生状況 (2015) p.1, p.21, p.32
- 2) 財団法人 交通事故総合分析センター, 走行レーン逸脱防止装置の効果推定のための基礎調査 平成 19 年度報告.
- 3) 清水俊喜 日本大学大学院 ドライバモデルを用いた運転制御パラメータ推定に関する研究 平成 24 年度 p.22