運転操作と車両挙動から飲酒運転を推定する試み

— 飲酒状態と居眠り状態とを分けて検出する指標 —

○渥美 文治 ((一社) 日本自動車工業会)

田川 傑、栗山 あずさ ((一財) 日本自動車研究所)

A Study for Detecting the Drunk Driving by Driver Maneuvers and Vehicle Behaviors

that using Vehicle-based Sensors

-Indices to Discriminate between Alcohol Impairment and Arousal Impairment-

Bunji ATSUMI (Japan Automobile Manufacturers Association)

Takashi TAGAWA and Azusa KURIYAMA (Japan Automobile Research Institute)

1. はじめに

日本における飲酒運転事故件数は、官民挙げての努力により近年低下傾向を示しているが、撲滅に向けてはさらなる努力が必要である。また、欧米では交通死亡事故の30%程度を飲酒運転が占めており、依然として重大な危険因子である。

飲酒運転防止には教育やカウンセリングなどの人的対策が最も重要と言われているが、この他に呼気アルコール濃度をセンサで計測したり、車両の動きで飲酒運転を検知する技術的な対策の研究も多く実施されている。この中で呼気センサなどの専用の新規センサを用いる方法は、余分な計測操作と付加的なコスト負担が必要であるが、ステアリング操作や車両の挙動は既設の車載センサの使用が可能で、余分な操作が不要であることに加え、コストも抑えられる可能性が有る。

日本自動車工業会では、日本自動車研究所と共同でドライビング・シミュレータによる飲酒実験を行い、車載センサを用いた運転操作と車両挙動の時系列データから、飲酒運転を推定する可能性を探る研究を実施している。今回は飲酒状態と居眠り状態とを分けて検出する指標について検討したので報告する。

2. 飲酒と居眠りとを分ける必要性

飲酒は僅かな量でもドライバの認知判断機能や、運転操作に影響を与えることが分かっている。一方、眠気や居眠り状態によっても、運転操作に少なからず影響を与えることは経験的にも理解できる。

ここで、仮に両者の検出が可能となった場合を考える。法令違反である飲酒状態と判断されれば、直ちに運転を停止させる作動が必要と考えられるが、逆に、多くの善良な運転者でも陥る場合が有

る居眠り状態の場合は、一時的に目を覚まさせて、安全な休憩を促す支援が必要となろう。

このように両者は検出後の作動がまったく異なることが予想され、分離した検出技術が必要と考えられる¹⁾。

3. 実験方法

3.1 ドライビング・シミュレータ

ドライバに360degの視界を与えるドーム状のスクリーンを有し、6軸のシリンダーによるモーション機能を持った、高機能のドライビング・シミュレータを用いた。

3.2 実験参加者

飲酒に問題の無い、健康な成人男性8名の参加を得た。日本自動車研究所の研究倫理委員会の承諾の後、すべての参加者にインフォームド・コンセントを行い、実験を実施した。

3.3 走行シナリオ

眠気を誘うために夜間の直線道路を模擬し、60km/hでの単独定常走行を指示した。1分間の休憩をはさんだ前後10分間の走行を1セットとし(合計時間: 21分間)、飲酒前に1セット走行してこのデータを個人ごとの基準値とした。さらに、飲酒直後、1時間後、2時間後、3時間後の合計5回の走行をすべての実験参加者が行った。

3.4 飲酒量

最初の基準走行の後、昼食と共に自由な量の飲酒をし、各走行の前後で燃料電池式計測機により、呼気アルコール濃度(BrAC)を計測した。その結果、飲酒直後のアルコール濃度は0.6~0.3[mg/L]程度の個人差となり、以降時間経過とともに減衰する傾向となった。

3.5 計測項目

(1) 運転操作

- ・ステアリング操舵（角度、角速度）
- ・アクセルペダル操作（踏込量、踏込速度）

(2) 車両挙動

- ・車速（標準偏差、変化幅）
- ・車両左右位置（標準偏差、変化幅） など

(3) 眠気の自己評価

- ・スタンフォード眠気尺度 (SSS) を用いた7段階自己申告による評価を走行前後で実施。

3.6 解析方法

走行時系列データは全て32秒の時間窓毎に計測値を求めた。さらに前後10分間の走行を二つずつに分け（合計4区間）、この区間内の計測値18個の中から95%ile値を、各区間の代表値とした。

4. 結果

4.1 回帰分析

各区間の計測代表値と呼気アルコール濃度および、眠気申告値との回帰を解析した。表1に主な解析指標との標準偏回帰係数を示す。

この結果、アルコール濃度とはステアリング操舵角の標準偏差(95%ile 値)が、眠気とは車両左右位置の標準偏差(95%ile 値)が、個別に高い回帰係数となった。

表1 “飲酒” “眠気” と標準偏回帰係数

運転操作				
説明変数	ステアリング操舵角			
	SD 95%ile	左側 95%ile	右側 95%ile	左右幅
飲酒 (BrAC)	0.38	0.32	0.32	0.33
眠気 (SSS)	0.19	0.25	0.29	0.27

車両挙動				
説明変数	車両左右位置			
	SD 95%ile	左側 95%ile	右側 95%ile	左右幅
飲酒 (BrAC)	0.29	0.20	-0.14	0.34
眠気 (SSS)	0.42	0.04	0.18	0.34

4.2 状態判別結果

各区間の走行データを 4.1 項の二つの指標で4象限に判別することを試みた。4象限とは“飲酒有無”と“眠気の有無”の2×2象限である。結果を図1に示す。

“飲酒なし”の状態は高い精度で判別でき、“飲酒有かつ眠気有”の状態は“飲酒なし”

図1 状態判別結果

と間違えることは少なかった。反面、“飲酒有かつ眠気なし”の場合は、正確な判別が困難であった。

5. 考察

なぜ、アルコール濃度はステアリング操舵角だけに影響し、操舵の結果動く車両挙動への影響が少なかったのであろうか。

ステアリング操舵が車両左右位置の動きにつながる間には、積分特性を持った伝達関数があることが知られている。これは時定数の逆数に比例したローパス特性になり、高い周波数のステアリング操舵は車両挙動に伝わり難いことになる。

このため、飲酒によるステアリング操舵の変化は高い周波数帯であり、反面、眠気による車両左右位置はステアリングの低周波操舵への推移で生じた可能性がある。今後は、このステアリング操舵の周波数特性に着目した解析を行う予定である。

6. まとめ

運転操作と車両挙動から、飲酒と眠気の状態とを分けて検出する指標として、ステアリング操舵特性と車両左右位置の可能性が示唆された。今後は操舵周波数の解析から、運転操作の状態変化を見極める予定である。

しかし、これらの検出力を用いてどのように飲酒運転防止システムを実現するか、さらに善良ドライバと社会の負担をどう考えるかなど、システムの具体化には多くの検討課題が有る。

参考文献

- 1) John D. Lee et al : “Assessing the Feasibility of Vehicle-Based Sensors to Detect Alcohol Impairment”, NHTSA Tech. Report, DOT HS 811 358, August 2010.