

ヒヤリハット検出システムの構築に関する研究

日大生産工(院) ○大塚 善行 日大生産工 栗谷川 幸代
日大生産工 景山 一郎

1 まえがき

近年、ドライブレコーダで得られたデータから交通事故や潜在事故の発生過程および要因を分析する研究が盛んに行なわれている^①。ドライブレコーダは走行中の車両の状態変化をトリガとして交通事故や潜在事故が発生する前後のドライバの顔画像や走行画像、車両状態量を記録し、交通事故の低減対策等に有益な知見を得ようとするものである。一方で、筆者らは、運転中にドライバが危険や苦手な場面に遭遇した際に生じる生体反応をトリガとしてその前後の運転状況を捉えて観察することで運転支援の方策検討に有益な知見が得られると考え、運転状況に応じた生体反応検出手法の検討を行ってきた^②。このドライバ状態の検出手法をドライブレコーダに組み込めば、車両状態量変化が生じる前にドライバが事象を認識して対処した状況も捉えることが出来ることから、前述した交通事故に低減対策や運転支援方策の具体的な検討に役立つと考えた。

そこで、本研究では運転支援方策の検討に有効なヒヤリハット状態の検出を目指し、ヒヤリハット場面でのドライバの生理指標変化の検出手法を検討する。

2 ヒヤリハットを生じる場面での生理指標変化

筆者らは、これまでの検討で、前方に狭路等の苦手な事象にドライバが遭遇すると、事象を通過するまでに心拍が緩やかに上昇する場合と下降する場合があることを確認した^③。これらは予期緊張の現れであるが、ドライバの事象の受け止め方に応じて、事象に対して強い危険を感じた場合には上昇し、事象に対して注意集中した場合には低下すると解釈された。一般に、心拍は強い危険を感じる事象では上昇し(防御反応: DR)、事象に強い危険を感じず注意を向けたときには低下する(定位反応: OR)ことが知られている^④。前述の2種類の変化はDRとORのいずれが強く現れるかによるものと推察した。

さらに、ドライバが他車の割り込み等の突発的な事象に遭遇した際は急で大きな心拍変化の上昇が見られることも確認している^⑤。これらより、心拍変化の緩急2種類、さらに緩やかな変化の上昇と下降の2種類の変化の合計3種類を区別して検出すれば、ドライバの事象に対する受け止め方がある程度捉えられると考えている。皮膚コンダクタンス反応(SC)は、DR、OR共に上昇することが知られている^④。そのため、SCの変化ではDRとORの区別は出来ないが、心拍では明確に捉えられなかったドライバの小さな情動を捉えた例もある^⑥。

呼吸は、緊張ストレスや注意集中を必要とする状況や時間切迫感の高い状況では速く浅くなる、また、一時的に呼吸停止(息こらえ)が起こることもあり^⑦、変化様式には個人差があるが^⑧、個人の中では比較的安定であり、個人ごとに変化検出アルゴリズムを定めれば、被験者の意図や状態を捉える有用な指標となる可能性もあることから^⑨、今回は呼吸の解析法に着目し、心拍・SCと組み合わせることで、よりヒヤリハット検出精度が向上すると考える。

3 実験方法

3.1 走行コース及び実験参加者

実験では日本大学生産工学部~大久保駅周辺の約15分のコースを走行してもらった。

3.2 計測項目

胸部誘導による心電図、第2指と第3指の中節掌側の皮膚コンダクタンス(SC)、腹部の周囲変化による呼吸(RESP)を多用途デジタル生体アンブ(PolymateAP1124)で計測した。なお、SCはEDAユニット(AP-U030)を用い、直流増幅(HFF5Hz)した。また、実験参加者には、運転中に収録した前方面像を見て走行状況を思い出してもらいながら運転状況に対してのコメントを頂いた。

Research on Detective System of Important Scenes
Using Physiological Indices in Driving

Yoshiyuki OTUKA, Yukiyo KURIYAGAWA, Ichiro KAGEYAMA

3 生体反応の処理

心電図はR波を抽出した上で心拍数に変換し、等時間間隔とするためにスプライン補間した。また、呼吸性およびMayerwave性の心拍変動成分を除去するため、遮断周波数0.08Hzのローパスフィルタをかけて瞬時心拍を求めた (HR)。呼吸 (RSP) は細かいノイズによるピーク誤検出を防ぐため、平滑化を行なった。以下に使用した式を示す、

$$RSP(n) = \{RSP(n-20) + 3 \times RSP(n-10) + 5 \times RSP(n) + 3 \times RSP(n+10) + 5 \times RSP(n+20)\} / 13$$

また、差分データ $RSP(n) = RSP(n+10) - RSP(n-10)$ と標準偏差を算出し、閾値として標準偏差 $\times 0.8$ を使用し、閾値を超えた地点から呼吸波形の振幅と呼吸時間を求めた⁽⁷⁾。皮膚コンダクタンス (SC) は生データを用いた。

3.4 実験参加者

実験参加者は運転頻度が2~3日に1回程度の21歳の若年ドライバ1名で、運転する車両は実験参加者が乗り慣れた自家乗用車とした。実験参加者には実験目的および内容について十分な説明をした上で、インフォームドコンセントを得た。

4 計測結果及び考察

走行終了直後にドライバが危険だと思ったと回答したイベント時における生体反応の計測結果の一例をFig.1に示す。Fig.1より、イベント時には生体反応が生じている様子が見受けられる。一方で、録画したビデオを見たことで危険だと思ったと回答した場面もあった。そこで、本検討では、それぞれの状況における呼吸波形の違いを検討する。

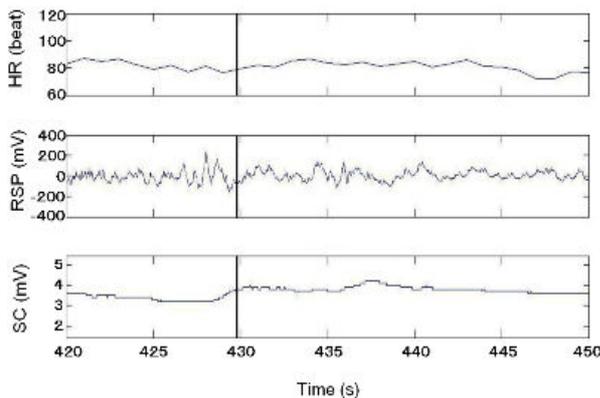


Fig.1 Scene of oncoming vehicle

4.1 ドライバが危険だと思った状況

右折時に歩行者が飛び出してくる状況であった。この時点における平均の吸気時間はFig.2に示すように安静時と比較して0.437倍、振幅は0.443倍であることがわかった。

4.2 画像確認後危険だと思った状況

狭路でトラックやバスとのすれ違いや見通しの

悪い所からの飛び出しという状況である。この時点における平均の吸気時間はFig.2に示すように安静時と比較して0.832倍、振幅は0.711倍であることがわかった。

4.3 考察

呼吸が小さくなるのは、素早く交感神経を賦活させるため、回避後の大きな呼吸は、落ち着かせる為に副交感神経を賦活させるのに大きな呼吸が必要だからと考える。ただ、今回設定した閾値では捉えきれない程の小さい呼吸もあったので (誤差率60%) 他の検出手法も併せて検討する必要がある。

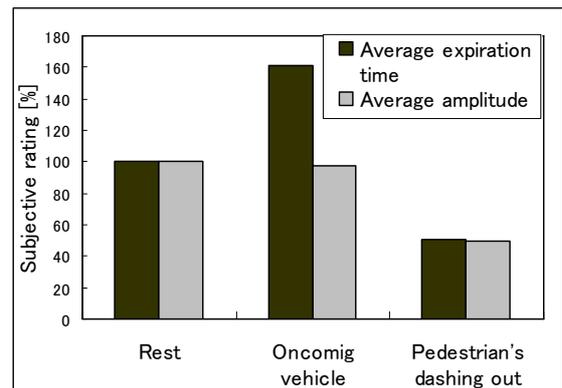


Fig.2 Analysis result of respiration

5 まとめ

今回は呼吸波形の吸気時間と振幅に着目し、各状況における変化をから、ドライバが危険だと思っている状況と思っていない状況でも呼吸波形の違いが見られた。今後は同じような状況下で反応の違いを見るために実験参加者数を増やしていく必要がある。

「参考文献」

- 1)永井他:ドライブレコーダ活用によるヒヤリハット研究,自動車技術,Vol.60, pp.51/58, (2006).
- 2)栗谷川他:心拍変化を用いた高齢ドライバの苦手・危険場面検出をめざして,ヒューマンインタフェース学会論文集,Vol.9, No.2, pp.117/124, (2007).
- 3)栗谷川他:ドライバの生理指標変化をトリガにした危険・苦手場面検出,自動車技術会学術講演会前刷集, No.51-08, pp.25/28, (2007).
- 4)宮田監修:新生理心理学第2巻, pp.30, (1997).
- 5)産業技術総合研究所人間福祉医工学研究部門編:人間計測ハンドブック, 朝倉書店, pp.93, pp.88/89, (2003).
- 6)栗谷川他:運転中の危険・苦手場面におけるドライバの生理指標変化,第23回生体・生理工学シンポジウム論文集, pp.255/256, (2008).
- 7)中川他:呼吸波形解析プログラムとその応用-動揺病発症事例-, 人間工学会, Vol. 43, No. 1, pp33/40, (2007)