

4. 超スマート社会にむけた高度安全運転支援に関する研究

機械工学系 教授 章 忠, 助教 秋月 拓磨, 新潟大学 准教授 今村 孝

4-1 はじめに

居眠り運転を含む「漫然運転」による死亡事故が多く発生しており、死亡事故件数全体の約 2 割に及ぶ。とくに疲れや眠気などによって運転への意識が低下した状態では、認知（発見）や判断、操作の遅れを引き起こし事故のリスクが高まる。このような背景の下、本研究では、ドライバの注意力低下の兆候を早期に、精度よく検知する方法として、ドライバの行動特徴に着目した指標を提案・開発している。本報告では、とくに覚醒度低下が運転中の副次的動作に及ぼす影響を調査し、運転中の注意力低下の予兆検知への適用可能性について述べる。

4-2 研究内容

運転中の眠気を検知・予測する方法は、様々な方法で研究されており、一部には製品化されているものもある。これらの従来研究を計測方法の点で大別すると、車両挙動に基づく方法と心拍や脳波、眼球運動などの生理指標に基づく方法とに分けられる。前者はドライバ自身も意識しないような弱い眠気の検出に課題があることが指摘されている。後者は、瞬目や瞼の開度をカメラで検知する方法が知られているが、環境光の変化やドライバの顔向き・姿勢変化などの外乱要因に対するロバスト性の向上が課題である。一方で、ドライバは車両を車線内に維持するため、通常、自車の進路を予測しながら実際の軌跡との差を修正するために常に操舵を行う。ところが、疲れや眠気によって運転に対する注意力が低下すると、認知や予測に遅れが生じ運転操作にも遅れが生じる。さらに、この遅れによるズレを修正する操作が必要となり、結果として運転操作に乱れが生じる。本研究ではこのような挙動の変化をドライバの四肢の挙動を直接計測することで、精度よく、早期に検知することを目指している。具体的には、装着型のモーションセンサで取得した運転行動データに対して、図 4-2-1 に示す解析フローを適用することで、注意力低下の兆候を表す行動的指標を段階的に抽出する[1]。

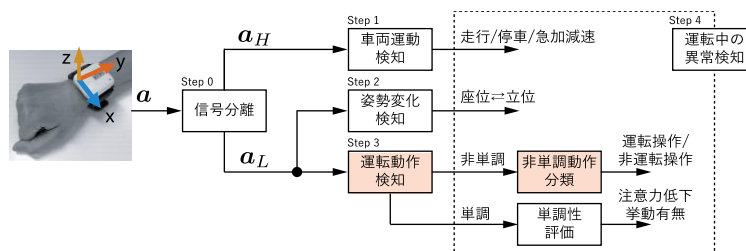


図 4-2-1: 装着型センサを用いたドライバ状態の計測 [1]

後者は、瞬目や瞼の開度をカメラで検知する方法が知られているが、環境光の変化やドライバの顔向き・姿勢変化などの外乱要因に対するロバスト性の向上が課題である。一方で、ドライバは車両を車線内に維持するため、通常、自車の進路を予測しながら実際の軌跡との差を修正するために常に操舵を行う。ところが、疲れや眠気によって運転に対する注意力が低下すると、認知や予測に遅れが生じ運転操作にも遅れが生じる。さらに、この遅れによるズレを修正する操作が必要となり、結果として運転操作に乱れが生じる。本研究ではこのような挙動の変化をドライバの四肢の挙動を直接計測することで、精度よく、早期に検知することを目指している。具体的には、装着型のモーションセンサで取得した運転行動データに対して、図 4-2-1 に示す解析フローを適用することで、注意力低下の兆候を表す行動的指標を段階的に抽出する[1]。

本報告では、その実現にむけた基礎検証の一つとして、図 4-4-2 に示すような、車両操作には直接必要のない動作である副次的な動作と覚醒度との関係を調査する。疲労研究の分野では、作業には不要な動作の発生や姿勢変化の有無などの副次行動が、疲労を測る客観的指標の一つとして用いられている。また、コンピュータによる単調作業中の作業者の覚醒度を副次行動を用いて判定する試みがある[2]。そこで本研究では運転行動における副次行動と覚醒度との関係を調査し、覚醒度評価の一指標としての有効性を検証する。



図 4-2-2: 典型的な運転操作(a)と副次行動(b)の発生例

(1) 運転データの収集

運転行動における副次行動と覚醒度の関係を調査する目的で、ドラビングシミュレータ（以下、DS）上に高速道路を模した一周約 30km の単調な実験コースを作成した。覚醒度低下を誘発するため、80km/h で走行する先行車を 30 分間追従するよう実験参加者に指示した。このとき、実験参加者の体動および顔表情をビデオカメラで撮影した。実験参加者には、実験前日にアルコールやカフェインを多く含んだ飲料の摂取を控えるよう指示し、事前にインフォームドコンセントを行い同意を得た参加者に対して実験を行った。

(2) 分析方法

取得したビデオ映像から副次行動の生起回数をカウントする。本研究では、覚醒度との関連が指摘されている表 4-2-1 の 6 つの動作を対象とする。各動作の生起有無を評定員 2 名がビデオ映像を目視して数え上げる。また、覚醒度を数値化するため、眠気表情評価法（北島他，1996）により、運転中の参加者の顔表情を記録したビデオ映像を評定者 3 名が観察し、表情や仕草などの行動特徴から覚醒度を 5 秒間隔で 6 段階で点数化する。これを 1 分毎に平均した結果を覚醒度とする。

(3) 結果と考察

実験には、20 代から 40 代の男女 5 名が参加し、データに欠落のない 4 名分の結果から覚醒度と副次行動の生起回数を求め、相関分析を行った。図 4-2-3 に示すように、被験者 01 と 04 で時間の経過とともに眠気が上昇し、それに伴い副次行動の生起回数が上昇する傾向を確認した ($r = .784$, $p < .001$)。副次行動の内訳をみると、両被験者とも基準条件下での運転行動と比較して上肢の動きの生起回数が増加していた。この結果から、運転中の上肢の動きを図 4-2-1 に示すように、装着型のモーションセンサで検知し計数することで、覚醒度判定の一指標として活用できる可能性がある。

表 4-2-1：副次行動の定義

頭部への接触
ステアリングから手を離し、鼻、目、髪、または頭の他の部分に触れる行為
あくび
口を大きく開閉したり、口を動かしたりする行為
強い瞬き
目を閉じる行為、眉間にしわが発生するくらい強く目を閉じたものをカウントする
片手運転
左右いずれかの手をステアリングから 1 秒以上離れている行為
ステアリングの持ち替え
左右いずれかの手をステアリングから一度離し、保持していた位置を変更する行為
深呼吸
大きく息を吸い、大きく肩が上がる動作

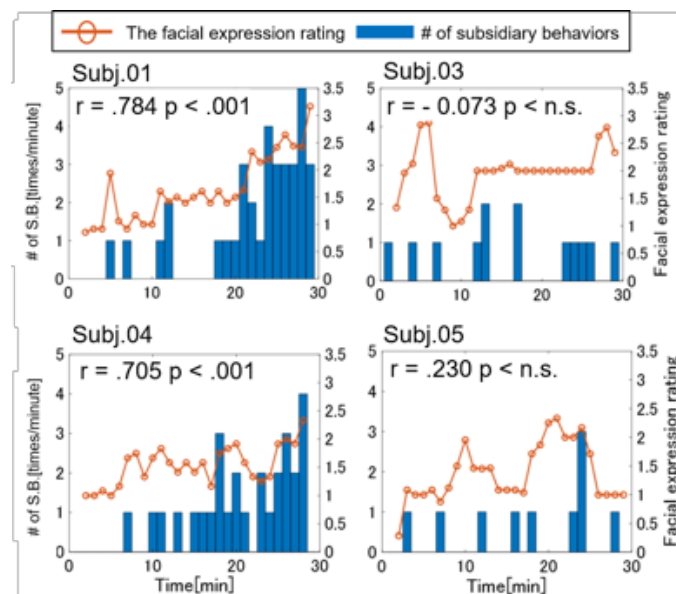


図 4-2-3：覚醒度(赤線)と副次行動(青棒)との関係

4-3 おわりに

本報告では、装着型センサを用いたドライバ状態計測への適用をねらいとし、運転行動における副次行動と覚醒度との関係を調査した。今後は、副次行動の内訳を詳細に分析することで、被験者によらず共通して発生する副次動作等を検証する。また、瞬目や瞼の開度など、従来の覚醒度低下検知手法と比較することにより、覚醒度低下の兆候を検知する指標としての有効性を評価する。

(参考文献)

- [1] 秋月拓磨・他 7 名, 「装着型センサを用いたドライバ状態検知システムの検討」, 第 35 回ファジィシステムシンポジウム講演論文集, pp. 745—749, 2019. 8. 29—31.
- [2] 廣瀬文子・長坂彰彦, 「副次行動を用いた覚醒度判定可能性の検討」, 電力中央研究所報告, No. S02004, pp. 1—23, 2003.