

4. 安全運転支援のためのドライバ行動の計測・認識に関する研究

機械工学系 助教 秋月 拓磨, 広島工業大学 教授 章 忠, 新潟大学 准教授 今村 孝

4-1 はじめに

交通事故の発生状況を要因別にみると、漫然運転や脇見運転などを含む安全運転義務違反による事故が依然多くを占めている。この割合は過去10年で見ても横ばいの状態がつづいており、事故削減にむけて、さらなる取り組みが継続して必要なもののひとつである。その中で、本稿では、装着型の慣性センサにより、眠気やわき見、スマホ操作などのドライバの注意をそらす行動（不安全運転行動）の発生を精度よく検知する試みを紹介する。なお、本稿は、著者らの文献[1]の一部を加筆・変更したものである。

4-2 装着型センサを用いた運転中の行動推定

ドライバの体動検知や行動推定には、カメラやシート型センサが主に用いられている。カメラを用いた手法では、窓からの直射日光や振動の影響などで、安定した計測が難しい場合がある。シート型センサでは、体幹の重心変化が微小な動きや手先の細かな動きの検知が難しい。これらの方法に対して、我々は、ドライバの手の動きに着目した行動推定手法を提案する。以下では、手先の動きからドライバの行動内容を推定する最初のステップとして、両手首に加速度センサを装着してドライビングシミュレータを用いた計測実験を行い、取得した手先加速度のデータからドライバの行動内容をk最近傍法を用いて推定する。また、得られた推定結果より、装着型加速度センサで推定可能な行動内容とその精度について考察を行う。

(1) 運転行動データの収集

実験には、普通自動車免許を保有し日常的に運転を行なっている10名の健常成人（21-22歳，全員男性）が参加し、実験前に書面によるインフォームド・コンセントを得た。

参加者には、ドライビングシミュレータ（Forum8社製UC-Win/Road）上に作成した高速道路を模したコース上で、運転操作を行いながら、実験実施者の指示するタイミングと順番で運転操作とは別の行動を30秒ずつ継続して行うよう指示をした。通常運転と後述するそれ以外の7種の行動の実施を1セットとし、計4セットの実験走行を行った。

実施する行動の選定は、NHTSA および、バージニア工科大にて実施された100-car Naturalistic Driving Studyプロジェクトにおける運転中の行動を参考に選定し、両手でステアリングを操作する模範的な運転操作を「通常運転」とし、これに加えて「体接触」「わき見」などの運転操作以外の行動7種を選定し、計8種の行動を実施した（図4-2-1）。

実験参加者の両手首に小型多機能センサ（ATR-Promotions社製TSND151）を装着し（装着位置と各センサの軸の設定は図4-2-2参照）、加速度の測定レンジ $\pm 8\text{G}$ 、サンプリング周期1msで手首部の3軸加速度をセンサ内蔵メモリに記録した。

(2) 運転中の行動推定と評価

特徴抽出では、手先加速度のデータを一定の区間（フレーム）ごとに切り出し、フレーム毎に特徴量の算出を繰り返し行うSliding-Window法を用いた。フレーム長5s・シフト幅3s（フレーム間のオ



図4-2-1：実験走行中に行う行動の実施例[1]

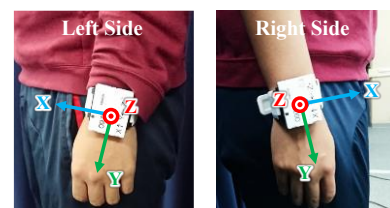


図4-2-2：センサの装着レイアウトと軸の設定[1]

オーバーラップ量 60%) の条件で、フレーム毎に加速度波形の軸ごとの平均値と分散を算出し、特徴量とした (左右手首×3 軸×2 特徴量=12 特徴量/フレーム)。

行動推定に用いる k 最近傍法は、分類アルゴリズムとして単純であり、決定すべきハイパーパラメータが近傍数 k のみであるため、本稿では、近傍数 k を 5 とし、研究の最初のステップとしてベースラインとなる手法として採用した。

前述の推定モデルを用いてフレーム毎に行動内容の推定を行い、その結果を混同行列に整理する。その後、各行動に対する再現率・適合率を求め、さらに F 値を算出して推定精度の評価指標とする。

(3) 行動推定の結果と考察

行動毎の F 値を以下の 2 つの方法で比較をする。

ユーザ依存モデル: 実験参加者毎に Leave-one-session-out 法で各行動の F 値を求めて、全実験参加者で平均した結果 (学習とテストで同一ユーザのデータを用いる場合)。

ユーザ独立モデル: 全実験参加者のうち 1 名分を除いたデータで推

定モデルを構築し、除外した 1 名分のデータで推定精度を求める Leave-one-person-out 法で行動毎の F 値を求めた結果 (学習とテストで異なるユーザのデータを用いる場合)。

図 4-2-3 より、ユーザ依存モデルの推定結果を行動別にみると、「通常運転」「体接触」「物色動作」の F 値は約 80% で比較的高く、次いで「握り直し」「飲食」が 70% を超えている。一方、「わき見」は F 値が約 15% で他の行動にくらべて非常に低い。ただし、「わき見」のような前方からの注意が逸れた状況では、通常運転と比べて手先の動きが振動的になる傾向を著者らは明らかにしつつあり [2]、時間一周波数解析を利用した特徴量を導入することで「わき見」の推定精度を改善できる可能性がある。

次に、図 4-2-3 のユーザ独立モデルの結果をみると、ユーザ依存モデルと比較して全体的に F 値が低下している。ユーザ依存モデルと比較してユーザ独立モデルで F 値が大きく低下した行動は、手先の動き方が個人間で顕著に異なる行動であることを示唆している。実際の運転では動き方が個人で異なるのは自然なことであり、個人差の影響を受けにくい特徴量の検討 (たとえば、手先の位置情報 [3] を特徴量として加えるなど) が今後の課題である。

4-3 おわりに

本報告では、加速度センサを両手首に装着し、ドライビングシミュレータを用いて 8 種類の運転中の行動を計測する実験を行い、計 10 名分のデータを収集した。さらに、取得したデータに対し、Sliding-Window 法により特徴量を算出し、k 最近傍法を用いてドライバの行動内容を推定した。その結果、ユーザ依存モデルで 8 種類のうち 5 種類の行動で F 値が 70% を超え、加速度センサから取得した手先の動きのみで、おおむね運転中の行動内容の把握が可能であることを示した。

(参考文献)

- [1] 茅嶋, 秋月, 高橋, 荒川, 装着型加速度センサを用いた運転中の行動推定, 知能と情報, Vol. 34, No. 2, 2022 (印刷中).
- [2] R.Tanaka, T.Akiduki, H.Takanashi, Detection of Driver Workload Using Wrist-Worn Wearable Sensors: A Feasibility Study, Proc of IEEE SMC2020, 1723/1730, 2020.
- [3] 畠山, 秋月, 高橋, 荒川, 単一慣性センサを用いたドライバの手先位置の推定, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, Paper ID: 2P3-J14, 2021.

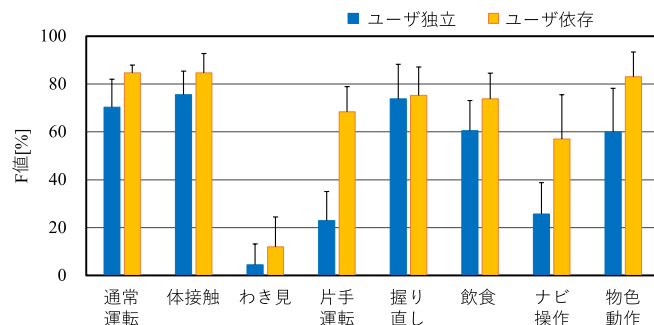


図 4-2-3: 行動別の推定精度 (F 値) の比較 [1]