

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

4-1 はじめに

国内の交通事故発生件数は減少傾向にあるものの、漫然運転やわき見運転など、ドライバの不注意による事故が依然多く発生している。事故を防ぐには、当事者であるドライバの安全意識の向上が重要である。その中で著者らは、ドライバの普段の運転の様子を簡便・安価に把握する方法として、小型の手首装着型センサを利用したドライバ状態推定手法の開発に取り組んでいる。本報告では、手首装着型センサを利用して実環境下で運転行動データ収集を行うための車載計測システム開発の取り組みについて述べる。なお、本報告の内容は、著者らの論文[1]の一部を加筆・修正したものである。

4-2 手首装着型センサを用いた日常の運転行動データの収集

日常の自然な状況下で運転行動を計測するには、実験参加者が日常的に使用する車両や経路上でデータ収集することが望ましい。そこで、開発する計測システムの要件として、(i) 手先・車両運動、映像の各データを同期して記録できること、(ii) 車種や車両によらず設置できること、(iii) 必要な測定機器一式を実験参加者に貸し出して、参加者自身がシステムを操作してデータ収集が行えること、の大きく3点を設定して、システム的设计・実装を行う。

(1) 車載計測システムの設計

図4-2-1に、本研究で開発した車載計測システムの概観を示す。開発した車載計測システムは、小型の慣性センサ群とアクションカメラ、ならびに各測定機器の同期と制御を行うためのマイコン・モジュールの大きく3種の機器で構成される。本システムを利用して、ドライバの手・腕

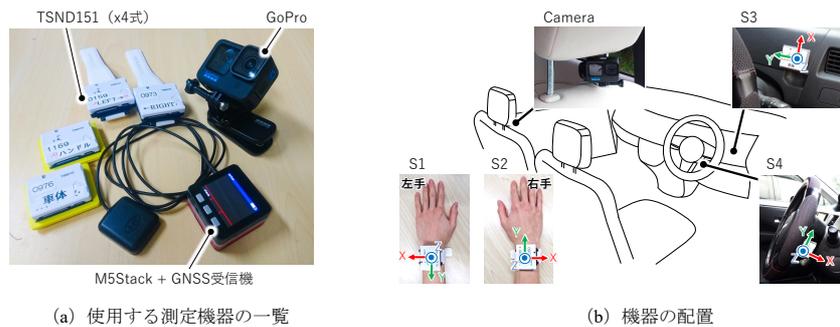


図4-2-1：車載計測システムの概観 [1]

の動きを手先加速度として記録するほか、車両の加速度、位置、操舵角、映像の各データを同期して記録できる。

図4-2-2に、慣性センサと映像の各データを同期記録するための処理の流れを示す。センサとマイコン・モジュールには、それぞれ内部時計 (RTC) が内蔵されており、取得したデータにはセンサの内部時刻がタイムスタンプとして付与される。すなわち、各センサの内部時計を一致させることで、各センサのデータを同期して記録できる。センサと映像との同期にもマイコン・モジュールを使用する。各センサの内部時計を設定後、マイコン・モジュールに付いている液晶画面 (LCD) を白く発光させ、その様子をカメラで撮影する。さらに、発光と同じタイミングで、マイコン・モジュール内で同期用のトリガ信号を生成する。このトリガ信号の出力をセンサに無線送信して、センサの内部メモリに記録する。実験後に、画面発光時の映像フレームとトリガ信号の立ち上がり時をそれぞれ計測開始点とすることで、センサと映像の各データの時間軸を同期する。以上の同期処理をマイコン・モジュール内で実行するために、マイコン・モジュールとセンサ間で直接バイナリ通信を行うためのライブラリをArduino言語 (スケッチ) で自作した。また、マイコン・モジュールのLCD内には、計測の開始・終了の操作を行うメニュー画面を実

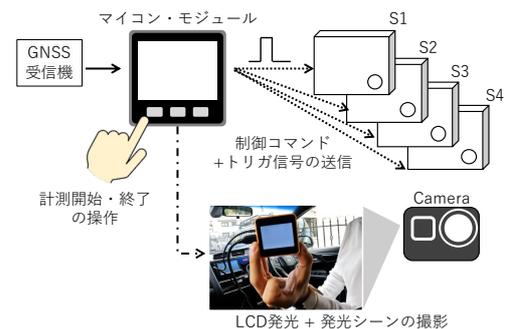


図4-2-2：センサ・映像の同期収録の流れ [1]

装した。実験参加者は、マイコン・モジュール上の簡易な操作を行うのみで、本計測システムを利用できる。

(2) 評価実験

本計測システムの主な測定項目である慣性センサと映像データとの同期精度を、以下の手順で評価する。図 4-2-3 に、評価に使用する落下試験装置（以下、単に装置）を示す。3D プリント製の台座部に慣性センサを、センサ本体の X 軸方向が鉛直上向きとなるように設置する。台座部をリニアシャフトに沿って任意の高さまで持ち上げて手を放すと、台座部が自由落下し、実験台に衝突する。このときの様子を、慣性センサとカメラで記録する。衝突のタイミングで、各センサにはパルス上の加速度波形が記録される。各センサで記録される接触タイミングの時刻のずれの程度を調べることで、センサ間、およびセンサと映像間の同期精度を評価する。

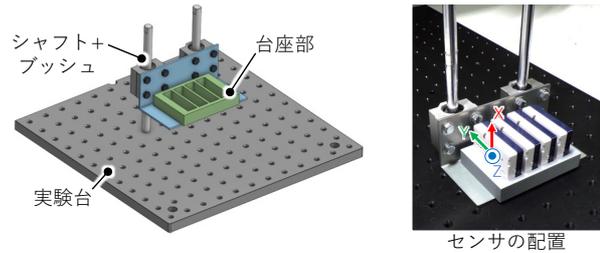


図 4-2-3：落下試験装置[1]

(3) 結果と考察

図 4-2-4 に、落下試験の結果を示す。同図(a)は、約 10 mm の高さから落下させた際の各センサで記録された X 軸加速度の波形を示す。センサが実験台に接触したタイミングで、波形に鋭いピークが記録されている。図中の赤色の垂直線は、接触の瞬間を捉えた画像のフレーム番号から割り出した接触時刻を表す。波形のピークと比較して、およそ 30 ms (30 fps で約 1 フレーム分) の遅れが確認できる。

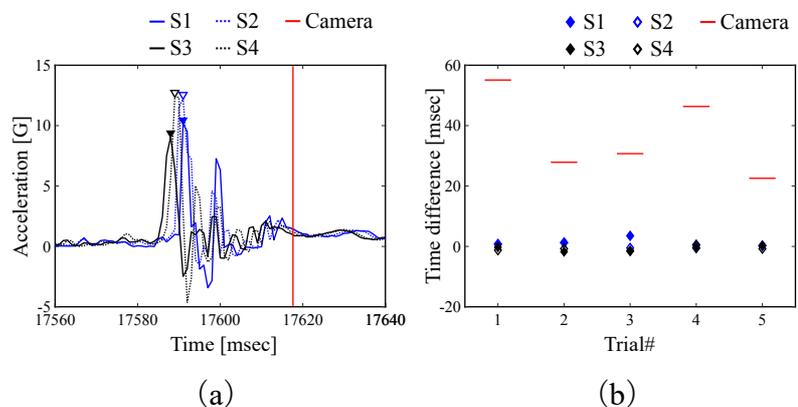


図 4-2-4：(a) 落下試験時のセンサデータ、および(b) 同期精度の評価結果[1]

図 4-2-4 (b) に、同様の実験を 5 回繰り返した結果を示す。4 つのセンサ間で接触タイミングのずれは、標準偏差が ± 1.22 ms であった。およそ 1 から 2 サンプル周期分の範囲内であることから、各センサの内部時刻は十分に良く一致しているといえる。センサと映像間では偏差の平均が 36.5 ± 13.6 ms で、およそ 1 から 2 フレーム分のずれの範囲内である。このことから、センサ・映像との同期精度はおよそ 50 ms であることを確認した。日常での人の動作周波数は 10 Hz 以下であるとされ、運転行動データの収集・分析には十分な同期精度と考える。

4-3 おわりに

本報告では、手首装着型センサを用いたドライバ状態推定手法の検証を目的とし、日常の運転環境下でのデータ収集を可能とする車載計測システムの開発とその評価結果について述べた。開発した計測システムは、ドライバの手・腕の動きを手先加速度として記録するほか、車両の加速度・位置・操舵角・映像の各データを約 50 ms の精度で同期して収録できることを確認した。今後は、本システムを使用して運転行動データの収集を行うとともに、収集したデータを活用し、手首装着型センサを用いたドライバ状態推定手法の実環境への適用について検証を行う。

(参考文献)

- [1] 河原智弘, 秋月拓磨, 荒川俊也, 高橋弘毅, ``手首装着型センサを用いたドライバ状態推定のための車載計測システムの開発,`` 知能と情報, Vol. 36, No. 1, pp. 501–506, 2024. DOI https://doi.org/10.3156/jsoft.36.1_501