

自転車用走行ログ記録装置の試作と動作検証

○高梨宏之（日大工・電気）

湯川智英，矢内裕太，関根孝之，大橋宏（福島コンピューターシステム（株））

1. はじめに

本研究では，自転車用走行ログ記録装置（以下，サイクルレコーダと呼ぶ）を製作し，計測した複数の信号から自転車の走行状態を判別することを目的とする。

近年，商用自動車のみならず一般ユーザの自動車にも広く普及しているドライブレコーダでは，危険事象発生時のドライバーの行動や車両の状況を時系列で記録することができる [1],[2],[3]．また，周辺状況をカメラ映像で記録することもできる．しかしながら，危険事象発生時の相手（歩行者，自転車など）の状態を正確に把握するには限界もある．さらに近年では，自転車と歩行者の接触事故により，多額の損害賠償が発生する事案も生じている [4]．このような状況に対し，自転車用ドライブレコーダを自転車に装着することで，多くの問題を解消あるいは改善できると考えられる．

本稿では，前方映像，走行時の加速度，ハンドル角の変化を記録可能なサイクルレコーダの概要を述べ，基本的な動作の検証結果を報告する．

2. サイクルレコーダの基本構成

2.1 ハードウェア

自動車と異なり，走行中の自転車から電源を確保することは困難である．そのため，試作機を構成するにあたり，バッテリー駆動可能なコンピュータでデータ計測することを優先した．本研究では，ボード型コンピュータである RaspberryPi を使用した．電源は，5(V)，2.5(A) のモバイルバッテリーとした．

自転車のハンドルは前輪とダイレクトに接続されており，他のフレーム部分とは異なる動きとなる．そのため，前輪部と後輪部に加速度センサを設置し，自転車の動きを計測することとした．また，ハンドルポストにエンコーダ（2相式，インクリメンタル形）を設置し，ハンドルの回転方向と回転角度を判別できるようにした．さらに，前方の映像は多くの情報を含むことから，カメラで撮影した映像を記録する構成とした．

試作したサイクルレコーダを自転車に取り付けた様子を図 1 に示す．また，使用した各センサの基本仕様を表 1 に示す．

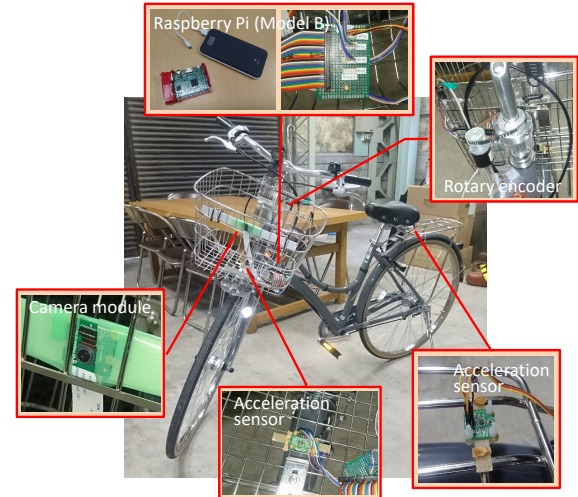


図 1: 各種センサの取り付け状態

2.2 計測ソフトウェア

コンピュータの性能，データの記録時間，データの保存量などを考慮し，加速度センサおよびエンコーダ信号のサンプリング周波数を 5 Hz，カメラ画像のそれを 1 Hz とした．計測したデジタル信号は csv 形式で保存される構成とした．また，カメラ映像は別フォルダにサンプリング時間ごとの画像として保存される．以上の基本構成で，Python3.4.2 によってコーディングした．

3. 計測結果

自転車乗用中に生じる典型的な姿勢のデータを計測し，それらを比較することで，走行状態に特徴的な波形が出現するかを検討した．

3.1 静止状態での計測結果

図 2，3 に，左右傾斜時，前後傾斜時の前輪部・後輪部加速度を示す（各図とも上段が前輪部，下段が後輪部）．静止状態で自転車を前後・左右に傾けることで，その状態に応じた 3 軸の加速度を計測できていることがわかる．また，各軸の加速度信号も，定性的ではあるが傾斜量に対して妥当な結果であることを確認した．

表 1: センサの基本仕様

	仕様	取付位置
コンピュータ	Raspberry Pi (Model B)	
	CPU : 1.2GHz	
	Size : 85.6 × 56.5 (mm)	前輪カゴ
	Weight: 45 (g)	
加速度センサ	Operating Voltage : 5(V), 2.5(A)	
	±2/ ±4/ ±6/ ±8 (G)	前輪カゴ底面, 荷台
エンコーダ	500 PPR	
	インクリメンタル形	ハンドルポスト
カメラ	30 fps	
	最大解像度 3280 × 2464	前輪カゴ前部

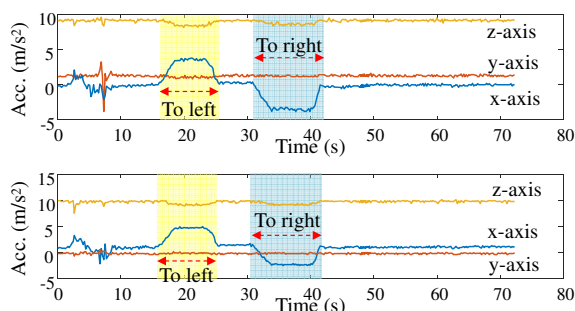


図 2: 左右傾倒時の加速度出力

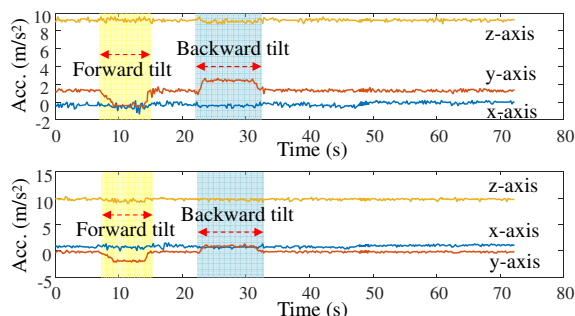


図 3: 前後傾時の加速度出力

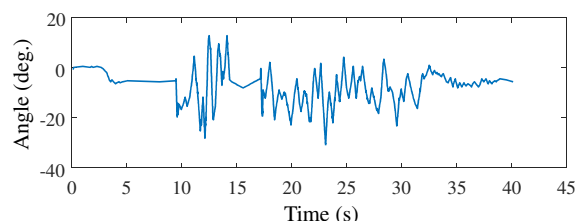
3.2 走行時の計測結果

つぎに、工学部構内にて走行したときの結果の一例を示す。約 70m の直線路で、通常走行と蛇行走行を行った。

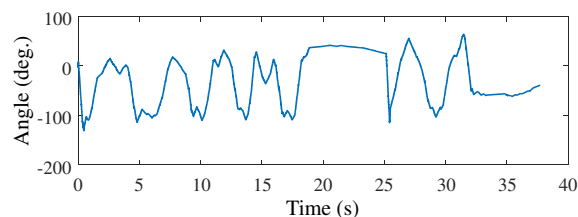
図 4(a) に通常走行時の、同図 (b) に蛇行走行時のハンドル角を示す。なお、使用したエンコーダはインクリメンタル形であるため、サイクルレコーダを起動する際には、できる限り自転車本体が直立状態で、ハンドルが中立位置にあるようにした。正の角度がハンドルを右に切った状態で、負の角度が左に切った状態である。

図 4 から明らかなように、直進走行と蛇行走行では左右へのハンドル回転量が異なる。直進走行時には $\pm 20^\circ$ 程度の操舵角が検出されているが、瞬間的な角度変化であり、直進走行している際に発生し得る妥当な角度といえる。また、蛇行走行の

場合には、ハンドル角が $\pm 50^\circ$ 程度変化しており、さらに周期的に変化している様子が記録される。



(a) 直線走行時のハンドル角



(b) 蛇行走行時のハンドル角

図 4: 直線走行時のハンドル角

3.3 ログ記録装置の課題

試作した装置により、静止状態および走行状態で計測を行い、いくつかの課題が明らかとなった。

- 計測データの欠損（数百ミリ秒～数秒）
- 前方映像およびセンサ信号の適切なサンプリング周波数選定
- ブレーキの状態，ペダル回転数の計測

1 点目はコンピュータの性能によるものと考えられる。加速度のマクロな変化を捉える上では影響は少ないと考えられるが、データの欠損は無いほうが望ましい。

2 点目は収集するデータ量とハードウェアのトレードオフである。画像には多くの情報が含まれるため、可能な限り連続的に撮影することが望ましい。ただし、使用したコンピュータの処理性能によってサンプリング周波数が抑えられてしまう。保存する画像の解像度（データサイズ）や、他の

データを含めた保存可能容量などから、より適切なサンプリング周波数を決定する必要がある。

3点目の課題は、計測用センサの追加である。自転車の状態を判別するためには、車体加速度とハンドル角に加えて、ブレーキ操作の有無やペダル回転量（回転の有無）も有益な情報を有しており、計測する必要がある。

4. 活用場面

試作したサイクルレコーダの活用場面としては、以下の状況が考えられる。自転車の加速度やハンドル角などから、走行しているかどうか、どのような状況で走行しているか、などを判断できる。

- 自転車の傾き検出による走行状態や走行環境（平坦路、坂道）の判別
- 衝撃検出による、走行状態の変化（転倒・急ブレーキ）や走行路面の状態（路面凹凸）判別
- カメラ映像からの前方障害物検出（対向歩行者、自転車）、前方の道路状況（交差点、信号、標識の有無）判別

単独のセンサ信号のみでは正確に自転車の走行状況を判別することは困難であるが、複数の信号の特徴を統合して判断することで、判定性能を向上させることができる。これらの結果を、リアルタイムに利用者に伝えることで安全な自転車利用の促進や、遠隔地の端末に情報を送ることで、見守り機能の一つとして活用できる可能性が考えられる。さらに、多数のデータを蓄積していくことにより、自転車の交通安全教育などへの活用も考えられる。

5. おわりに

本研究では、サイクルレコーダの試作と動作検証を行った。特に、車体の傾斜状態を加速度信号から検出可能であること、エンコーダのパルスに基づいて、回転方向を含めてハンドル角の変化を検出可能であることを確認した。また、計測結果から、いくつかの改善点も明らかとなった。

今後は、ハードウェア、ソフトウェアを改善するとともに、取得した信号を複合的に判断して走行状態を推定するロジックの検討に取り組む。

謝辞

本研究は平成29年度工学部研究費の助成を受けて実施した。関係各位に感謝申し上げる。

参考文献

- [1] 永井，道辻，鎌田，小竹：ドライブレコーダを用いたヒヤリハット分析に関する研究（第1報－ドライブレコーダの仕様策定とトリガ設定検討－，自動車技術会論文集，Vol.38，No.2，219/224（2007）
- [2] 藤田，道辻，小竹，鎌田，永井：ドライブレコーダを用いたヒヤリハット分析に関する研究（第2報）－収集データによる分析手法とデータベースの構築－，自動車技術会論文集，Vol.38，No.4，145/150（2007）
- [3] 藤田，小竹，鎌田，道辻，永井：ドライブレコーダを用いたヒヤリハット分析に関する研究（第3報）－データベースを用いた追突ヒヤリハットの解析－，自動車技術会論文集，Vol.38，No.4，151/156（2007）
- [4] 交通事故総合分析センター：自転車が加害者となる事故～大切な子供を交通事故の加害者としないために～，イタルダイnfォメーション，No.112（2015）