

# 自転車センサを用いた市街地走行環境と阻害度の測定

田端佑介<sup>†</sup> 河内雄太<sup>‡</sup> 金田重郎<sup>‡</sup>

同志社大学大学院理工学研究科<sup>†</sup> 同志社大学理工学部<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

市街地を走行中の自転車は周囲の環境から大きく影響を受けている。自転車が周囲からどれほど影響を受けているのか、走行環境を「阻害度」という尺度で算出することが本稿の目的である。阻害度を測定するに当たって自転車の速度が重要であるが、障害物を避ける回避行動にも注目しなければならない。インタビュー[1]によると、自転車ユーザは広いスペースに移動するために急加速や、障害物を避けるために減速や回避行動を行っている。阻害度の算出には速度の変化を測定するための正確な速度と回避行動を測定するための正確な操舵角を測定する必要がある。

本稿では自転車の速度、ブレーキの有無、回避行動を測定するために、自転車に光電センサとロータリーエンコーダを取り付けることによって自転車の走行環境を取得する手法を提案する。また、実際に走行して自転車の正確な速度と舵角から自転車への周囲環境の大きさを数値化した阻害度を算出する。

## 2. 走行環境測定手法

本章では走行環境を測定する新たな手法を提案する。提案手法は図1のようなステップである。自転車の正確な速度から速度の変化を測定し、操舵角から回避行動を測定してこれら2つの要素から阻害度を算出する。



図1. 提案手法のステップ

Measuring method for bicycle running environment and degree of obstruction

<sup>†</sup>Graduate School of Science and Engineering, Doshisha University

<sup>‡</sup>Faculty of Science and Engineering, Doshisha University

## 2.1 速度、ブレーキの有無の測定

自転車の走行環境の測定には急激な速度の変化を感知するためリアルタイムでの速度の算出が必要である。リアルタイムな速度の算出のために図2のように光電センサ[2]をタイヤの側面にめぐらし、スポーク間の黒テープを読み取った。

光電センサ[2]のトランジスタの制御出力信号をデータロガー[3]で取得した。光電センサの光路とサンプリング時間から自転車の速度を算出できる。加速の瞬間やブレーキの有無も周囲との速度の比較から検出できる。



図2. 光電センサを装着した自転車

## 2.2 回避行動の測定

自転車の回避行動を測定するためには操舵角の正確な角度を知る必要があり、そのためには自転車の舵角の算出を行わなければならない。自転車の舵角を知るため図3のように歯車とゴムを用いてインクリメンタル方式のロータリーエンコーダ[4]を自転車に取り付けた。ロータリーエンコーダは回転に合わせて位相



図3. ロータリーエンコーダを装着した自転車

がずれて2相のパルスが出力される。周波数の雑音処理をした結果でどちら方向にどれだけ回転したのか舵角が算出できる。

### 2.3 阻害度の算出

自転車が周囲環境から受ける影響の大きさを阻害度とする。自転車の速度や舵角からどのように阻害度を算出するか述べる。自転車の速度、舵角と阻害度の関係を対応付けるために走行1回毎に重回帰分析を用いた。重回帰分析は2個以上の説明変数から1つの目的変数を推定するための回帰分析法である。本稿では阻害度を目的変数として説明変数の速度と舵角で説明する。

$$\log(\text{阻害度}) = \alpha * \log(\text{速度}) + \beta * \log(\text{舵角}) + \gamma$$

### 3. 走行環境の測定実験結果

センサを装着した自転車を用いて実際に市街地を走行して自転車の走行環境を測定した。被験者を用意して京都市の田の字地区<sup>†</sup>をランダムに10回走行して自転車の速度(図4)と舵角(図5)を測定した。

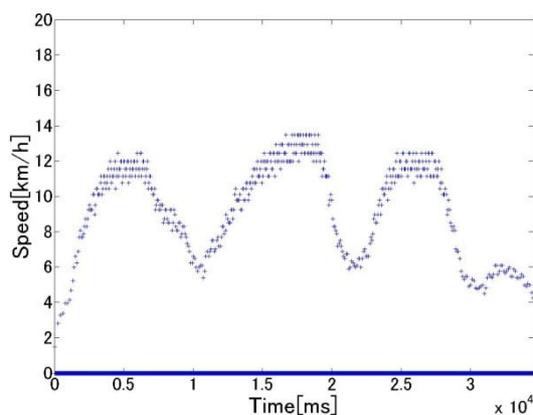


図4. 自転車の道路走行速度

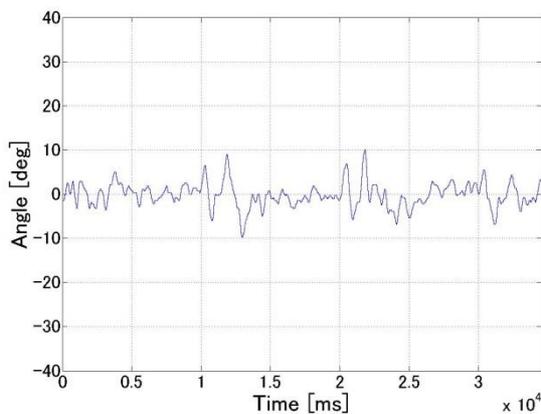


図5. 自転車の道路走行舵角

表1. 重回帰分析の結果

回帰統計	
重相関 R	0.833098
重決定 R2	0.694052
補正 R2	0.693092
標準誤差	0.368188
観測数	640

走行から速度と舵角を抽出し重回帰分析を行った結果、表1と以下の式が得られた。

$$\log(\text{阻害度}) = 1.77 - 0.16 * \log(\text{速度}) + 0.07 * \log(\text{舵角})$$

計算式は表1から統計的に有意であると確認できる。重回帰分析により人間が感じる阻害度とほぼ同じ値を出せる可能性を確認した。

### 4. おわりに

自転車が周囲環境から受ける影響の測定には変化する速度、ブレーキ、回避行動の回数の測定が重要である。しかし、既存のプローブ自転車では正確な速度や舵角を詳細に取得できない。本稿では高精度のセンサによって細かくデータを採取する手法を試みた結果、阻害度を推定することが可能となった。実際にセンサを搭載した自転車で道路を走行したところ、速度の変化や回避行動の変化が起こった場所と時間が詳細に確認された。

### 参考文献

- [1] 近藤潤也, 田端佑介, 金田重郎 “エスノグラフィカルアプローチを用いた自転車普及ソリューション導出の試み”, 情報処理学会・情報システムと社会環境研究会, 2012-3.
- [2] OMRON, 超小型ロータリーエンコーダ・インクリメンタル型 E6J-C, <http://www.fa.omron.co.jp/products/family/1607/>
- [3] OMRON, 光電センサ E32-T11N 2M, <http://www.fa.omron.co.jp/products/family/1532/>
- [4] Keyence, モバイル型絶縁高電圧入力レコーダ NR-2000, [http://www.keyence.co.jp/keisokuki/mobile/nr\\_2000/menu/376/](http://www.keyence.co.jp/keisokuki/mobile/nr_2000/menu/376/)
- [5] 田端佑介, 河内雄太, 金田重郎 “センサ情報を用いた自転車走行環境の測定手法の提案”, 情報システム学会, 2012-12.

<sup>†</sup>南北に御池通, 四条通, 五条通, 東西に堀川通, 烏丸通, 河原町通の合わせて六本の幹線道路に囲まれた地区。京都市中心部に位置する。