

実走行データを用いたサイクリングにおける危険箇所の抽出手法

神田 剛志[†] 伊藤 一成[‡]

[†] 青山学院大学社会情報学部 〒252-5258 相模原市中央区淵野辺 5-10-1

E-mail: [†] a8116081@aoyama.jp, kaz@si.aoyama.ac.jp

あらまし 本研究では、サイクリストの走行データを記録する GPX 形式のデータから公道上の潜在的な危険箇所を抽出し、事前にサイクリストに提示することで、事故を未然に防ぐことを目的としている。具体的には、サイクリストから提供された走行データから危険箇所を抽出し、サイクリストが走行する上で危険となりやすい箇所の抽出と提示、またその評価を行う。

キーワード サイクリング, 危険箇所評価

1. はじめに

本研究では、サイクリストの走行記録から公道上の潜在的な危険箇所を抽出し、事前にサイクリストに提示することで、事故を未然に防ぐことを目的としている。具体的には、複数のサイクリストから提供された走行データから危険箇所を抽出し、潜在的な危険箇所を抽出・提示する。

本稿の構成は以下の通りである。2 章では先行研究を紹介し、3 章では本手法についての説明を行い、4 章ではその評価と考察、5 章ではまとめと今後の展望について述べる。

2. 先行研究

先行研究として、蔭山らが提案した自転車に搭載されたサイクルコンピュータを用いて、走行記録を自動的に収集・共有し、事前に危険情報を知らせるシステムがある [1]。これは全ての自転車にサイクルコンピュータを搭載して自動的に危険情報を収集し、これらに基づいて事故防止や注意喚起を行う情報を各自転車へ PUSH 型でフィードバックするシステムである。

また、久保田らは自転車に 3 軸加速度センサーを用いて道路状況を推定し、GPS から得た位置情報を合わせることで、自転車運転時に危険箇所運転者に注意喚起を行うシステムを提案している [2]。

しかし、これらの方法は一般的なシティサイクルに加速度センサーや GPS センサーなどの多くの外部センサーを取り付けることを前提としており、そのコストは高くなっている。特に蔭山らが提案したシステムは、生活空間でのみ自転車を使用するような人々を対象として想定しているが、そのシステムの柱として用いられているサイクルコンピュータは一般的なシティサイクルには搭載されておらず、主に自転車競技者やサイクリストなどのサイクリングを競技・趣味として行う人々のみの中で使用されている。

そこで本稿では、サイクルコンピュータを使用する自転車競技者やサイクリストのみを対象とし、かつ低コストな危険抽出方法を提案、実験したのち、評価を行う。

3. GPX データを用いた危険箇所抽出方法の提案

本章で提案するのは、サイクリストから提供された走行データから、危険箇所を抽出して画面上に表示する危険箇所抽出法である。表示するプログラムは JavaScript 言語で実装し、地図情報の取得には Google Map API を用いた。

3.1 走行データ

走行データは、GPS 情報を扱う際に用いる標準的なフォーマットである GPX(GPS eXchange Format)形式のデータを利用する。GPX は XML 形式で記述されており、1 秒毎に記録される緯度・経度・高度・時間からなる地点情報で構成されている。本稿では緯度、経度(lat, lon)を属性に持つトラックポイント(trkpt)タグと、標高を要素とする標高(ele)タグを使用する。図 1 に GPX 形式で記述されたデータの一例を示す。

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<gpx creator="Elevate" version="1.1"xml...>
<metadata>
<author>
  <name>Elevate</name>
  <link href="http://... "/>
</author>
</metadata>
<trk>
<name>Yabitsu pass down</name>
<trkseg>
<trkpt lat="35.427701" lon="139.219591">
  <ele>725.2</ele>
  <time>1970-01-01T03:45:47.000Z</time>
</trkpt>
<trkpt lat="35.427674" lon="139.219625">
  <ele>725.2</ele>
  <time>1970-01-01T03:45:48.000Z</time>
</trkpt>
.....
...

```

図1 GPX形式のデータの例

GPX形式のデータは、連続した地点の集合を記述しているため、図2が示すように地図上にプロットできる。図2は、東から西へ至る緩やかな下り坂の一本道を下った際のデータを表している。速度が上がる直線部分は隣接点間の距離が大きい、つづら折りの箇所では速度が落ちるため隣接点間の距離が非常に短くなっている。

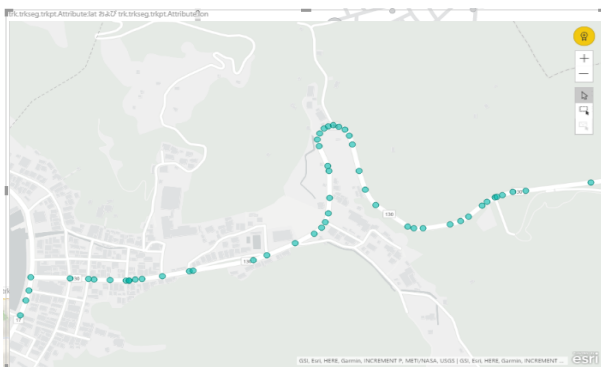


図2 GPX形式のデータをプロットした地図の例

3.2 危険抽出方法の概要

危険箇所の抽出では、インポートしたGPX形式のデータから隣接点間の3次元上の距離 d (単位: m)を球面三角法と三平方の定理より算出し、それを1秒間に進んだ距離とする。また、本提案では全て1秒毎にプロットされたGPX形式のデータを用いる。

本提案では危険箇所を「急ブレーキをかけた箇所」と定めており、この急ブレーキの定義は「道路交通安全対策事業における急減速挙動データの活用可能性に関する研究」[3]より「前後加速度 $-0.3G$ ($=-2.94m/s^2$)がかかった時」としている。

よって、1秒間に進む距離 d の変位が、2秒以上連続で0.8167以上となっている箇所、つまり2秒以上連続で急ブレーキをかけた箇所とみなし、危険箇所として抽出する。

3.3 隣接点間の距離 d の算出方法

本提案での危険箇所抽出における重要な指標である距離 d の算出方法について示す。GPXデータファイルは順序づけられた連続的な3次元上の点の集まりであるため、先頭から順に隣接点間の距離 d を算出していくことが可能である。

まず、2地点の緯度、経度だけに着目して2次元上での距離を算出するが、この距離 d' は球面三角法を用いて算出される。この球面三角法において、緯度と経度が分かっている2点 $A(\theta_1, \phi_1), B(\theta_2, \phi_2)$ の球面上の最短距離 D を求める場合、式(1)、(2)が適用される。ここでは、中心角を α 、地球の半径を R 、2次元上の距離を d' とする。

$$\alpha = \cos^{-1}(\sin\theta_1 \cdot \sin\theta_2 + \cos\theta_1 \cdot \cos\theta_2 \cdot \cos(\phi_2 - \phi_1)) \quad (1)$$

$$d' = R\alpha \quad (2)$$

さらに、異なる2地点 A, B の高度をそれぞれ ele_1, ele_2 とするとき、距離 d' と、 ele_1, ele_2 を用いて三平方の定理から3次元上の距離 d を算出する。その式を(3)に示す。

$$d = \sqrt{(ele_1 - ele_2)^2 + d'^2} \quad (3)$$

3.4 提示方法

筆者がGoogle Map APIとJavaScriptを用いて実装したプログラムを使用し、危険箇所を視覚的に強調した。具体的には、線の色を赤色と緑色を交互に切り換える

ことで危険箇所を表した。その結果を図3に示す。



図3 危険箇所を強調した例

4. 評価と考察

4.1 評価

3章で解説した危険箇所抽出のプログラムの評価を、自転車競技歴5年のサイクリスト1名を対象に行った。被験者には、神奈川県秦野市寺山にあるヤビツ峠での下りの走行データ22件を提供してもらい、それらに対して処理を行った。また、被験者に対してアンケートを行い、ヤビツ峠のマップを見せながら「自身が危険だと感じた場所」を選択して順位付けをもらった。ここでは急ブレーキ発生箇所がそれぞれ10m以内にある場合に、「同一箇所急ブレーキをかけた」と見なしている。

図4では22件の走行データに対して行った処理結果から算出した出現率が高い危険箇所上位6地点を、図5では被験者のアンケート結果を示す。また、図5のバツ印の横に添えられた数字は、被験者本人によって順位付けされた危険度である。表1ではアンケート結果の順位付けと、その地点に対応した処理結果から算出された危険箇所の出現率との比較を示す。



図4 処理結果から算出した危険箇所上位6地点



図5 被験者のアンケート結果

表1 危険箇所の出現率と順位付け

危険順位	1	2	3	4	5	6
出現率	1/6/22	2/22	1/22	1/22	0/22	10/22

被験者のアンケート結果と、実際の走行データから算出した危険箇所の出現率を比較すると、どちらの場合においても「最も危険である」とされた箇所は一致しており、出現率も72.7%とその他の全ての地点と比較しても突出して高かった。(その次に最も高かった出現率は45.5%であった。)しかし、危険順位が2位以下の箇所では、被験者が危険だと感じたにも関わらず、実際にその箇所ではほとんど急ブレーキがかけられていないなど、アンケート結果と実際の危険箇所の出現率との間に大きな乖離が見られた。

4.2 考察

4.1節で評価を行った結果、被験者のアンケート結果と、実際の走行データから算出される危険箇所の出現率との乖離が大きく目立った。これは、危険箇所抽出方法が急ブレーキの有無のみに依存している事が原因の一つであると考えられる。公道上を走行する自転車において、危険要因となり得るものは交通量や天候、時間帯など多くあるが、本提案では速度変化以外のその他の要素については全く考慮されていない。

また、この大きな乖離からは、実際には危険箇所であり急ブレーキもかけているのにも関わらず、サイクリスト本人はそれを危険と認識できていない、もしくは危険度の優先順位が低い場所であると認識している可能性があると言える。つまり、サイクリスト本人でも認識しにくい潜在的な危険箇所が存在しており、それがアンケート結果と走行データの処理結果との大きな差に繋がっているとも考えられる。

それに加えて、評価方式の改善も必要であると考えられる。本稿では危険箇所抽出方法の評価にあたって1名のサイクリストに協力してもらったが、今回の

評価に用いたアンケート結果は実際に走行しながら作成したものではなく、机上で地図を見ながらマッピングしたものである。しかし、これは実際には走行している状況とは大きく異なっているため、実際の危険箇所とはかけ離れた結果を生む可能性がある。

そこで今後は、山中らが行った安全感プロトコルの計測[4]を参考にし、被験者が走行中に感じた危険度を数値で発生しリアルタイムで録音することで、実走行環境に最も近い方法で評価用データを収集することを検討している。

また、サイクリングは操作技術の個人差が非常に大きいスポーツであるため、普遍的な危険箇所を抽出するには多くの被験者の走行データとアンケート結果が不可欠である。例えば、週末に趣味程度に走るホビーサイクリストと、毎日走り込むプロサイクリストとでは走行時のテクニックや巡航速度に顕著な差が存在している。この差が、サイクリストがある箇所を危険箇所と判断するか否かの判断要素になっている可能性は無視できない。

5.まとめと今後の展望

本稿では、サイクリングにおける実走行データを用いた危険箇所の抽出方法の提案と評価を行った。その結果、多くの実走行データから危険箇所を抽出することができた。しかし、実走行データの処理結果とアンケート結果との差が見られることから、今後もデータ件数を増やす、危険箇所抽出のための判断要素を増やす等手法を改良していく。

参 考 文 献

- [1] 蔭山浩輔, 森本祥一: "サイクルコンピュータを利用した自転車事故防止のための一考察" 情報科学技術フォーラム講演論文集 Vol 11, No.4 pp.269-270, 2012.
- [2] 久保田彰人, 北島規雄, 小林祐貴, 市村哲: "ロコミと路面状況を共有できる自転車用安全運転支援システム" 情報処理学会研究報告会 Vol 2009-GN-72, No.18, pp.103-108, 2009.
- [3] 菊池春海, 岡田朝男, 水野裕彰, 絹田裕一, 中村俊之理, 萩原剛, 牧村和彦: "道路交通安全対策事業における急減速挙動データの活用可能性に関する研究" 土木計画学研究・論文集 Vol 68, No.5 pp.1193-1204, 2012.
- [4] 山中英生, 亀井壤史: "プローブバイシクルを用いた車道走行自転車の安全評価モデルの開発" 土木学会論文集 D3 Vol 7, No. 5, pp. 623-625, 2015.