

自転車の走行状態推定を加味したハザードマップの提案

Proposal of hazard map with running-condition estimation by bicycle

浅田翔平[†] 田端佑介[‡] 河内雄太[‡] 山本光[†] 金田重郎^{†‡}
Shohei Asada Yusuke Tabata Yuta Kawachi Akira Yamamoto Shigeo Kaneda

[†] 同志社大学 理工学部

[‡] 同志社大学大学院 理工学研究科

[†] Faculty of Science and Engineering, Doshisha University.

[‡] Graduate School of Science and Engineering, Doshisha University.

要旨

自転車が走行する上での道路上の危険箇所を運転者に知らせる手段として、ハザードマップがある。ハザードマップは従来、過去に発生した事故の分析、付近住民・自転車利用者へのインタビューによって構築されてきた。しかし、このようなハザードマップ作成手法では、1)事故が発生した場所しかハザードとして提示できない、2)住民等へのインタビューに時間を要するだけでなく、危険箇所かどうかの判断に聞き手の主観が入る、等の課題があった。この問題を解決するため、本稿では、センサを取り付けたプローブ自転車を用いて、自転車の走行状態をセンシングし、その結果を分析することにより、危険箇所(ハザード)の検知を行う手法を提案する。本提案手法ではハザードを定量的に推定でき、しかも人間の感覚では判断が難しい、車や歩行者の交通量に警戒が必要な箇所を特定できる特徴がある。実際に提案手法で検出したハザード箇所を評価した結果、ハザード箇所同定に、高い包含率・的中率を持つことが確認できた。

1. はじめに

現在の自転車の交通事故に関するハザードマップ[1][2]は、実際に交通事故が多発している箇所をマッピングするものや、自転車利用者へのインタビュー結果から危険箇所をマッピングして作成されるものが多い。現在のハザードマップの作成方法では事故が発生している場所を危険箇所として提示することしかできないが、交通事故が多発していない箇所にも危険箇所は存在する。さらにインタビューからハザードマップを作成するには時間がかかる。本稿では、センサを取り付けたプローブ自転車を用いて、走行状態をセンシングし、その結果を分析することにより、ハザードの検知を行う手法を提案する。

危険箇所の推定のために、自転車に関する交通事故が多発している見通しの悪い交差点と車や歩行者の交通量が多い道路での自転車の走行パターンを抽出した。実際にセンサを取り付けたプローブ自転車で走行し、抽出したパターンに基づいてデータを分析した結果、ハザード検出の見通しを得た。

2. フィールドリサーチから見た自転車の走行モデルの抽出

自転車交通事故の大半は見通しの悪い交差点で発生しており、公益財団法人交通事故総合分析センターの調べによると平成19年から平成23年に発生した「自転車に関連する事故」のうち69.1%が交差点で発生している[3]。また、車や歩行者の交通量が多い道路での交通事故も多発しており、特に歩行者と自転車との事故はここ10年間で3.7倍に増加している[4]。そこで本稿では、京都府京田辺市の公道において一般用の自転車を走らせて、フィールドワークを行った。フィールドワークは学生2人で3日間行い、実際にフィールドワークを行った箇所を表1に示す。とりわけ危険とされる、(1)見通しの悪い交差点、(2)車や歩行者の交通量が多い道路、での自転車の走行状態を観察した。見通しの悪い交差点を走行する際の共通点と、見通しの良い交差点を走行する際との相違点に注目して観察を行い、交通量の多い道路での共通点と、交通量の少ない道路との相違点に注目して観察を行った。

フィールドワークの結果、図1、図2のような自転車の走行動作モデルを抽出した。以下、順に説明する。

表1 フィールドワークを行った道路

道路条件	箇所数
見通しの悪い交差点	3箇所(1箇所は過去に交通事故発生)
見通しの良い交差点	3箇所
交通量の多い道路	2箇所(1箇所は過去に交通事故発生)
交通量の少ない道路	2箇所

【見通しの悪い交差点での急カーブ】見通しの悪い交差点を走行する自転車は、図1のように通常走行から速度を大きく落として交差点を右左折していた。また、交差点に出るまでに速度を大きく落とすため、右左折するにはハンドルを大きく切っていた。見通しのよい交差点で右左折する際にも交差点の前で減速するが、ある程度速度があるため自転車を傾けてハンドルをゆるやかに切って右左折する。それに対して見通しの悪い交差点では速度がほとんどないので自転車を傾けることができず、ハンドルを急に大きく切って右折することが分かった。

【交通量の多い道路での自転車の振る舞い】車や歩行者の交通量が多い道路を走行する自転車は、図2のように減速と加速を繰り返し、車や歩行者を避けるためにハンドルを左右に切って走行していた。自転車利用者は車や歩行者の交通量が多い道路では、減速せず車や歩行者を避ける走行が難しく、やむを得ず減速し、車や歩行者を避けた後再び加速という走行を繰り返している。

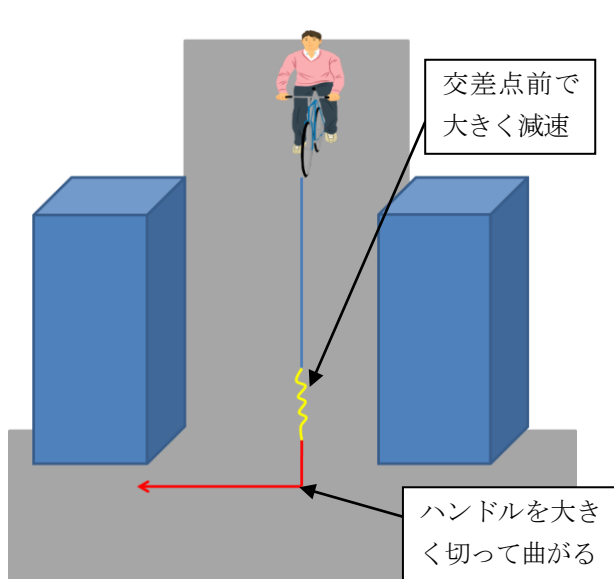


図1 見通しの悪い交差点の自転車走行

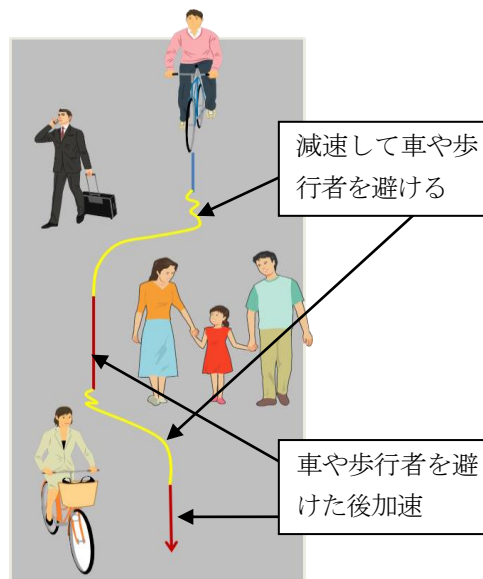


図2 交通量が多い道路の自転車走行

3. 危険箇所検出条件の導出

2章で抽出した自転車の走行モデルに基づいて危険箇所検出条件を導出し、図3のステップで公道でのハザードを検出し、地図上にマッピングした。マッピングした箇所を確認することで、抽出した走行モデルを基に導出した危険箇所検出条件が検出できるハザードを評価する。本章ではまず、センシングに利用したプローブ自転車について説明し、危険箇所検出条件の導出について説明する。

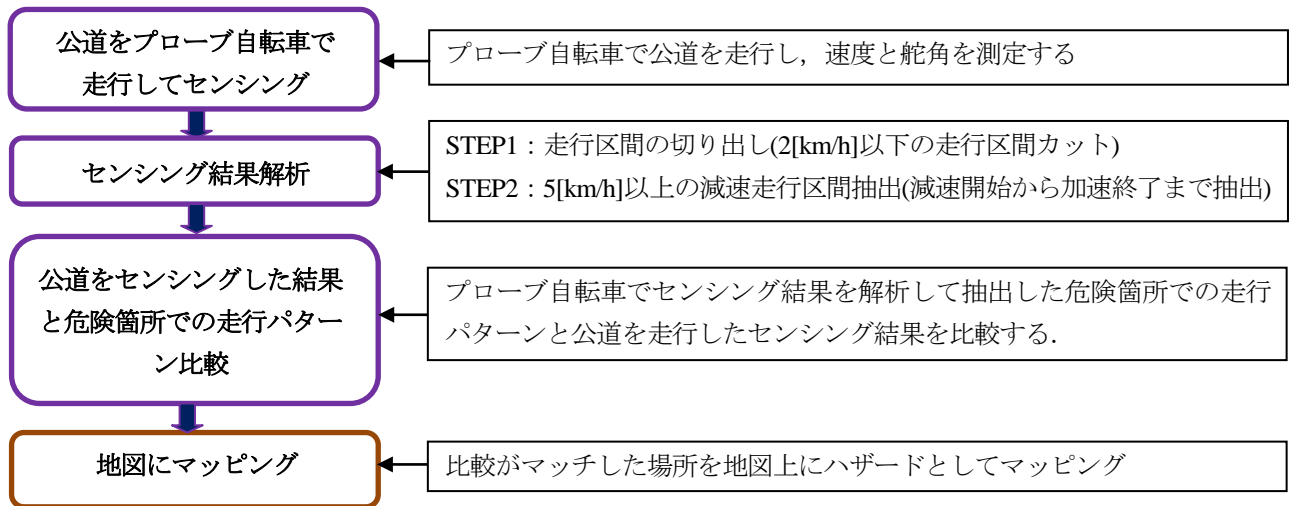


図3 危険箇所での自転車走行モデルの分析手順

提案するハザードマップの危険箇所検出には図1と図2の走行動作が認識できなければならない。つまり(1)自転車の具体的な速度からの通常走行と徐行走行との判別、(2)自転車の具体的なハンドル角からの右左折走行と蛇行走行との判別が必要である。そのため速度とハンドル角が計測できる著者らのプローブ自転車[5]を利用した。プローブ自転車に搭載したセンサは表2の通りである。

表2 自転車に搭載したセンサ

センサ名	取得端末	取得データ
光電センサ	データロガー	速度
ロータリーエンコーダ	データロガー	ハンドル角

【見通しの悪い交差点】プローブ自転車で見通しの悪い交差点を右折し、センサデータを取得した。自転車が通常走行から右折するまでの間の自転車の速度を図4、ハンドル角を図5に示した。比較のために自転車が通常走行から見通しの良い道路で右折するまでの間の自転車の速度を図6、ハンドル角を図7に示した。図4では右折直前に10[km/h]近く減速しており、図6の右折直前の減速と比較しても大きく減速していることがわかる。図5では右折の際に25[deg]以上ハンドルを切っており、図7の右折の際のハンドル角より10[deg]以上大きくハンドルを切っていた。

【車や歩行者の交通量が多い道路】プローブ自転車で車や歩行者の交通量が多い道路を走行し、歩行者を左側から回避したセンサデータを取得した。自転車が通常走行から回避するまでの間の自転車の速度を図8、ハンドル角を図9に示した。図8では通常走行から減速、再び加速している。減速した際に、図9ではハンドルを左右に切って歩行者を回避していた。

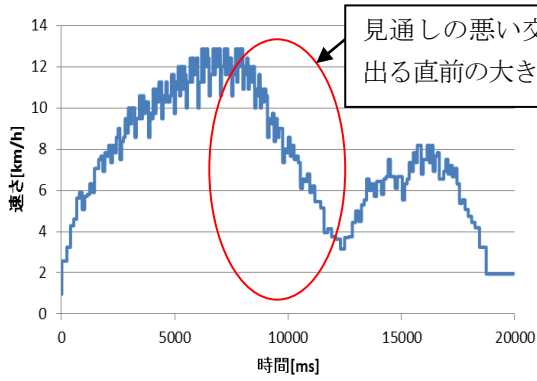


図4 見通しの悪い交差点を走行した速度

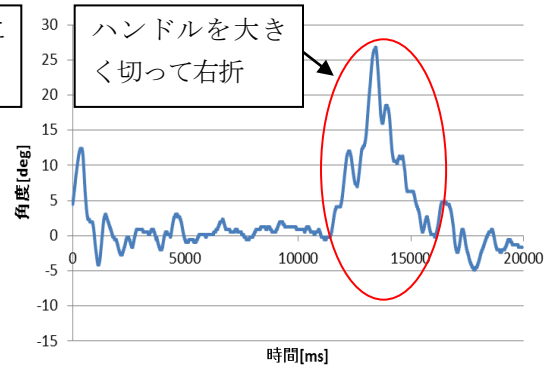


図5 見通しの悪い交差点を走行した舵角

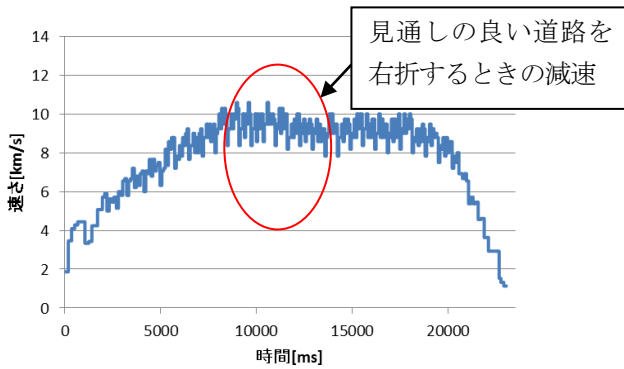


図6 道路を右折した速度

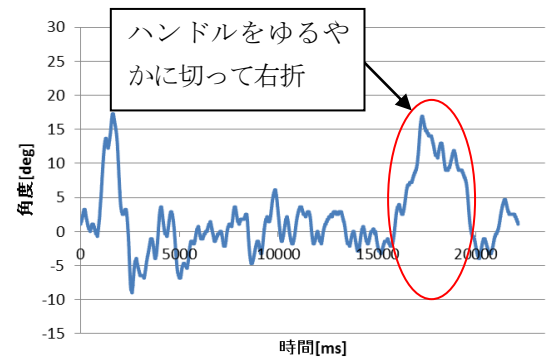


図7 道路を右折した舵角

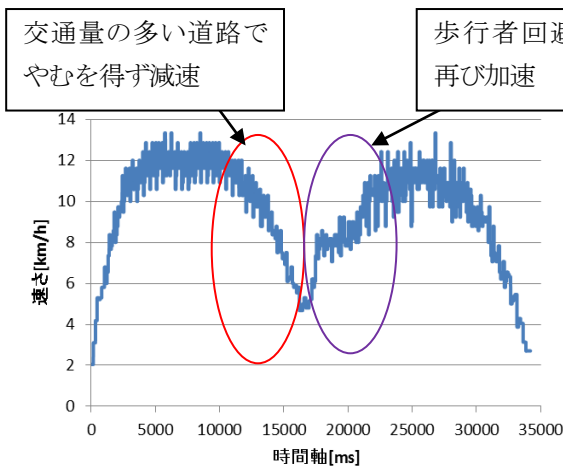


図8 交通量が多い道路を走行した速度

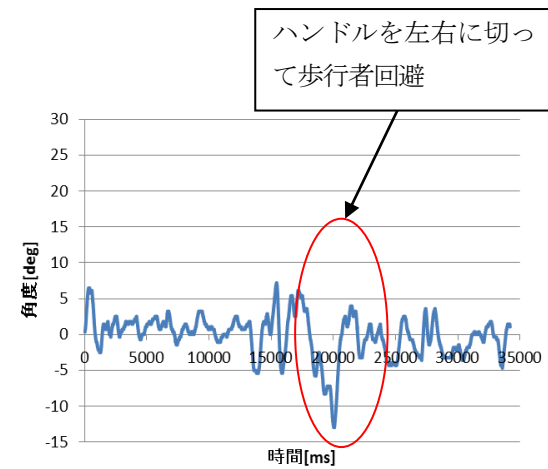


図9 交通量が多い道路を走行した舵角

危険箇所をプローブ自転車で走行して取得したセンシングデータを基に得られた危険箇所検出条件を表3に示す。

表3 危険箇所検出条件

危険箇所	減速	速度	ハンドル角
見通しの悪い交差点	7[km/h]以上の減速	5[km/h]以下検出	20[deg]以上検出
交通量の多い道路	5[km/h]以上の減速	6[km/h]以下検出	10[deg]以上検出

4. 京都府京田辺市で作成した提案手法を用いたハザードマップの評価

4.1. ハザードマップ作成

2章の走行モデルの評価のために、京都府京田辺市の公道をプローブ自転車で走行し、図3の手順でハザードのマッピングを行った。(今回の実験では目視によってセンシング結果の解析を行った)分析の結果、危険箇所を検出した場所を図10に示した。また、京都府警が発表している平成25年1月～8月の京田辺市の全人身事故[6]の内、プローブ自転車で走行した経路上の事故を図11に示した。作成したハザードマップで検出した5箇所の地点をA~E地点とした。ただしA地点は見通しの悪い交差点、E地点は交通量の多い道路としてフィールドワークを行った箇所である。



図10 作成したハザードマップ[7]



図11 交通事故発生マップ

4.2. 提案手法で検出したハザード

図10と図11のマップを比較するとA, C, Eの3箇所が一致していることが分かる。さらに実際にプローブ自転車で走行した区間を自転車で行った人にアンケートをとるとA, Cの2箇所が危険と感じたというアンケート結果になった。実験結果をまとめたものを表4に示す。

表4 実験結果

ハザードマップ	検出した危険箇所
提案するハザードマップ	A, B, C, D, E(5箇所)
アンケート結果	A, C(2箇所)
交通事故発生マップ	A, C, D(3箇所)

残りの2箇所は図12, 図13の場所であった。図12の場所では走行した際に自動車の影響を受け、さらに電柱が立っており自転車が走行できる道幅が狭かった。そのため自転車の速度を落とし、回避走行を行った。図13の場所では走行した際に歩行者の影響を受け、回避走行を行った。これらの箇所は、(1)人が一度自転車で走行すると走行しづらい道路であると認識でき、無意識のうちに注意して走行する。(2)いつも人や車の交通量が多く危険なわけではないが、交通量に影響を受けやすい。以上2つの特徴があったため人身事故がまだ発生していないが、センシング結果に表れたと考えられる。図10のハザード

マップでは図 11 の交通事故発生マップの危険箇所に加えて、初めて自転車で走行する人や、交通量が少ない時間帯に走行したことがある人が警戒すべき箇所の提示ができたと考える。



図 12 自動車を回避した場所



図 13 歩行者を回避した場所

5. おわりに

危険箇所の検出条件をプローブ自転車をを用いたフィールドワークから得た。その検出条件で、実際のフィールドデータを分析した結果、

- ・交通事故が過去に発生した箇所
- ・アンケート結果から検出される人間の感覚で危険と感じる箇所
- ・交通事故が発生していない、車や人の交通量に大きく影響を受ける箇所

以上3つの箇所をハザードとして検出でき、検出してはならないものは、はじかれていたことが確認できた。しかし、現状では、センシング結果の解析は目視によって行っている。今後は自動化を進めなければならないが、信号の特徴的な波形の振幅がかなり顕著であり、比較的容易に自動化できると考えている。

参考文献

- [1] 豊橋交通安全ハザードマップ
http://www.higashiaichi.co.jp/kurasi/kurasi_bousai/anzen_map/takashidai.html
- [2] 交通事故多発箇所情報
<http://www.trafficplus.co.jp/ichikawa/infomenu.asp>
- [3] 日本損害保険協会/全国交通事故多発交差点マップ
<http://www.sonpo.or.jp/protection/kousaten/kousatenmap24/>
- [4] 自転車の保険に入ろう
<http://jitensha-2.sakura.ne.jp/005.html>
- [5] 田端佑介, 河内雄太, 金田重郎, “速度と舵角に基づく自転車走行状態の高精度推定法”, 第12回情報科学技術フォーラム, FIT2013, 2013, M-001
- [6] 京都府警/京田辺市・綴喜郡の交通事故発生マップ
http://www.pref.kyoto.jp/fukei/kotu/koki_k_t/jikommap/18tanabe_z.html
- [7] Maps Engine Lite
https://mapsengine.google.com/map/edit?mid=zLuBb17DbXnk.kreUZ7_iTFks