



宮崎大学学術情報リポジトリ

University of Miyazaki Academic Repository

スマートフォンの加速度センサを用いたバリアフリー情報の作成

メタデータ	言語: jpn 出版者: 宮崎大学工学部 公開日: 2021-11-02 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 竹口, 真理亜, 星崎, 大典, 油田, 健太郎, 山場, 久昭, 岡崎, 直宣, Takeguchi, Maria, Hoshizaki, Daisuke メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10458/00010283

スマートフォンの加速度センサを用いたバリアフリー情報の作成

竹口 真理亜^{a)}・星崎 大典^{b)}・油田 健太郎^{c)}・山場 久昭^{d)}・岡崎 直宣^{e)}On a Creation of a Barrier-free Map
Using Accelerometers on Smartphones

Maria TAKEGUCHI, Daisuke HOSHIZAKI, Kentaro ABURADA,

Hisaaki YAMABA, Naonobu OKAZAKI

Abstract

In recent years, services that provide barrier-free information within facilities for people with disabilities are increasing. However, it is difficult to know in detail the barrier-free information on the roads and sidewalks leading up to that point. Wheelchair users may be in danger when climbing over bumps and curbs while driving. Therefore, in this study, we measured the value of acceleration when overcoming three types of obstacles (step, curb, or Braille block) while driving in a wheelchair, and conducted a basic study for automatic identification of obstacles. This makes it possible to identify the types of obstacles required for barrier-free road map creation support from the data obtained from the acceleration sensor of the smartphone. In this research, we have developed an application for detecting danger during running (walking) such as steps and curbs by the acceleration sensor built into the smartphone for data measurement. In the evaluation experiment, we were able to actually drive in a wheelchair, monitor the acceleration value, and detect the danger on the sidewalk by setting an appropriate threshold value for obstacles. In addition, by displaying the found obstacles on the electronic map of the smartphone, we realized a mockup function of the barrier-free road map.

Keywords: Road accessibility, Smartphone, behavior sensing, Acceleration sensor

1. はじめに

肢体不自由者、視聴覚障がい者、高齢者など移動に何らかの困難を抱える人にとって、バリアフリーに関する情報提供は極めて重要である。例えば宮崎県では「みやざきアクセシビリティ情報マップ」を提供しており¹⁾、県内の観光施設や飲食店などのバリアフリー情報を調べることができる。図1は青島神社に関する情報である。出入口が坂道であり、砂利敷であるなどの情報が書かれている。

ただし施設のバリアフリー情報は充実してきているものの、そこに至るまでの道路や歩道、通路の情報まで細かく知ることが難しい。Google ストリートビューなどで調べることができるが、実際に行ってみなければ感覚を掴みにくいという問題がある。

車椅子で走行する場合、段差や縁石を乗り越える際や引っ掛かる際に、大きな衝撃を体感する。こうした状況は利用者を大変不快にさせ、危険である。筆者は脳性麻痺により自力での歩行ができないため、車椅子生活を送っており、このような状況を経験している。



図1. みやざきアクセシビリティ情報マップの例

そこで本研究では、バリアフリー路上マップ作成支援に必要な、障害物の種類（段差か縁石か点字ブロックか）の自動識別を目指し、その基礎的な検討を行った。具体的には、障害物の種類をスマホの加速度センサから得られるデータで判別できるようにするため、実際に前述の3種の障害物を車椅子で乗り越えた時の加速度の値の計測を行った。そのために必要な計測用のソフトウェアをスマートフォン上に実装したが、あわせて、最終的に目指しているバリアフリー路上マップのモックアップ的な機能も追加実装している。すなわち、発見された障害物を、その種類ごとに異なる色のピンでスマート

^{a)}工学専攻機械・情報系コース大学院生

^{b)}情報システム工学科学部生

^{c)}情報システム工学科准教授

^{d)}情報システム工学科助教

^{e)}情報システム工学科教授



図 2. 走行ルート



図 3. 車椅子へのスマートフォンの固定

フォンの電子地図上に表示する機能である。

2. 関連研究

バリアフリー情報作成に関する研究は多数行われており、例えば、ジオクラウドソーシングを活用したものがある²⁾。ジオクラウドソーシングとは、Web サイトを通じてバリアフリーの状態を被験者に評価してもらう手法である³⁾。

最近では機械学習を適用して路面の状態を推定する研究がある。Iwasawa ら⁴⁾は、車椅子に取り付けた iPod touch の 3 軸加速度の時系列データから、サポートベクターマシンやランダムフォレストを分類器とする機械学習を適用し、比較検討を行っている。機械学習による推定には、被験者の負担を減らせるという利点がある反面、誤った情報を得るリスクがある。

本論文では機械学習を利用しない方法を提案する。利用しない場合においても、作成範囲が広くなればなるほど多くのマンパワーを必要とするというデメリットがあるが、範囲の広さと実装の単純性を考慮した上で、今回の提案に至った。

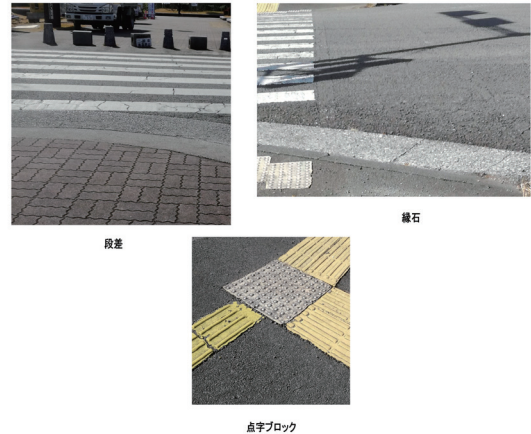


図 4. 検知対象 (段差, 縁石, 点字ブロック)

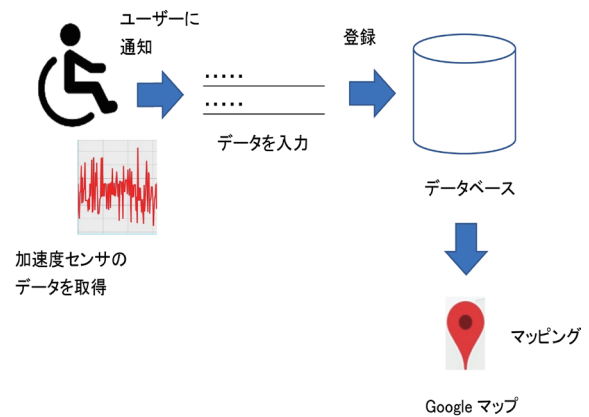


図 5. アプリケーションの概略図

3. 提案手法

3.1 提案手法の概要

車椅子利用者や視覚障害者などが安全に通行できるように、路面の状況、具体的には段差、縁石、点字ブロックの 3 つの位置を検出するが、検出者の加速度変化を計測することにより、検出者本人がそれを意識することなく行えるようにすることが目標である。すなわち、人間が日々、街の中を移動しているときに、段差等に遭遇すると、それを乗り越えるために通常の移動とは違った動作をとる。その動作の発現を、その動作に伴って生じる加速度の変化によって検出することを考える。そのような検出は、現在、多くの人が所有しているスマートフォン内蔵の加速度センサを用いて実現可能であると考えられる。

ただし、段差、縁石、点字ブロックのそれぞれに対し、どのような加速度変化があるのかが対応づけられている必要があるため、それを確認するための実験を、検知アプリを実装した上で行う。

3.2 開発したアプリケーションと開発環境

スマートフォン内蔵の加速度センサによる、段差や縁石などの走行 (歩行) 中の危険検知のためのアプリケーションを開発した。アプリケーションの概略図を図 5 に示す。Google マップによる現在地の追尾・マッピング機能、加速度値のモニタリング、ユーザへの通知、データベースによるデータ管理の 4



図 6. 障害物検知・登録のプロセス 1



図 7. 障害物検知・登録のプロセス 2

つの機能を備える。

開発環境は以下の通りである。

ソフトウェア：Android Studio 4.1.1(Google 提供の Android 端末向け総合開発環境)

言語：Java

デバッグ端末：HUAWEI P20 lite(Android 9 搭載)

開発は文献^{5),6)}を参考に行った。

4. 評価実験

4.1 実験目的

センサを用いた検知にあたり、閾値を設定するための実験を行う。検知対象は段差、緑石、点字ブロックの3つとする。提案手法によって検知やマッピングができることを確認し、閾値に設定する加速度の実測値としてどの程度が適切であるの

かについて検証を行う。

4.2 実験方法

車椅子で実際に走行しながら加速度値のモニタリングを行った。ここでモニタリングするのは重力の影響を取り除いた値である。重力を含む値では、端末にかかる純粋な加速度を観測できなくなるためである。場所は宮崎大学木花キャンパス敷地内およびその周辺道路(図2)約1.4kmである。青線は走行した軌跡を、緑のアイコンは現在地を表す。図3のように、車椅子にスマートフォンを固定して行った(ピンクの四角形で囲んでいる部分)。図4は検知対象のイメージとして、実験中に撮影したものである。

検知は作成したアプリを使用し、次のようなプロセスで行う(図6, 図7)。

0. (a) ソフトを起動し、(b) さらに現在地追尾機能を ON にして、検知開始となる(スクリーンショット(1))。
1. 人間の検知者が障害物上を通過すると、加速度センサが加速度値の大きな変化を感知して、いずれかの軸において閾値以上の値が観測されたときに通知を発行する。これにより人間の検知者に障害の種類を入力を促す。閾値は段差、緑石、点字ブロックそれぞれの走行により観測した3軸ごとの最大加速度値の平均とする。具体的な数値については4.3節で述べる(スクリーンショット(2))。
2. 人間の検知者が障害物の種類を画面上で選択すると、追加情報の入力画面となり、それを入力する(スクリーンショット(3))。
3. 初期画面に戻るので、ここで、続けて電子地図上の現在位置に、今回検知した障害物の種類の色のピンを立

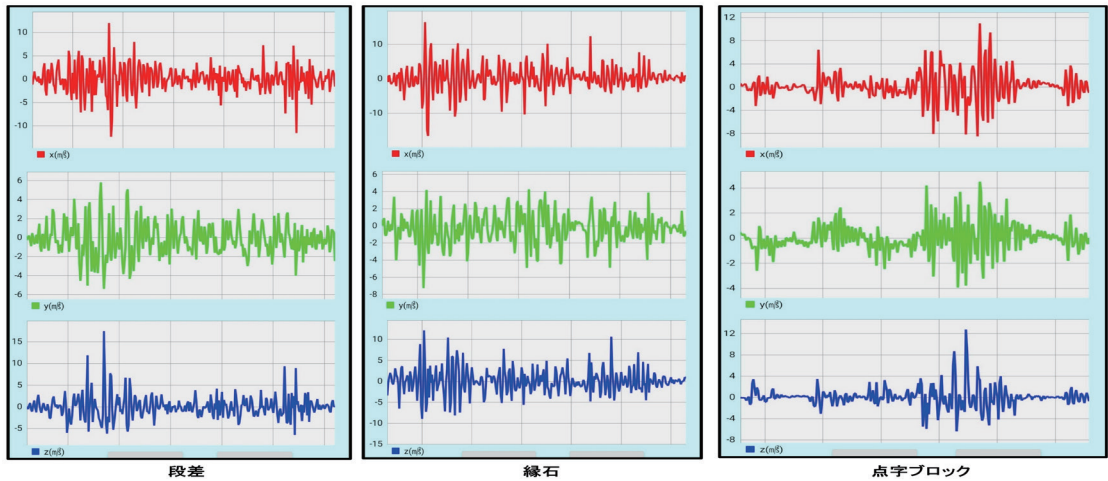


図 8. 加速度センサの値のグラフ



図 9. マッピング結果

表 1. 要素と軸ごとの最大加速度

要素	軸	観測値
段差	x	12
	y	6
	z	17
縁石	x	13
	y	4
	z	12
点字ブロック	x	11
	y	5
	z	13

てる。まず、障害物種のボタンをタップしてから(スクリーンショット(1'))地図上の現在位置(アイコンの位置)をタップする(スクリーンショット(4))。

4. 次の障害物が見つかるまで、ソフトウェアは加速度の監視を続ける。

なお、上記の2と3の作業は、障害物種ごとの加速度変異の取得実験とは直接関係しない、将来のシステムのモックアップとしての機能の動作テストである。

4.3 実験結果と考察

縁石、段差、点字ブロックを走行した際の加速度センサの値をグラフにしたものを図8に、3軸のグラフの最大値に着目

し、読み取った結果を表1に示す。

表1の3軸の最大加速度で平均をとり、x軸が12m/s²、y軸が5m/s²、z軸が14m/s²という結果を得た。x軸とz軸で値が大きいが、y軸では小さいことがわかる。これは段差などの通過時に、上下左右方向には大きく揺れるが、前後方向にはあまり揺れないためであると考えられる。揺れを感じにくい舗装された場所を走った場合には、観測値はより小さくなると予想される。

前述した3軸ごとの最大加速度値の平均を閾値としてマッピングした結果を図9に示す。対象は段差(赤)、縁石(橙)、点字ブロック(黄)、勾配(青)の計4つである。なお、勾配の検知とそれに伴う通知はできないため、手でデータベースへの登録画面を表示し情報を入力した上でマッピングを行っている。

次に精度について考察する。歩道が舗装されているか、車椅子の種類や被験者の車椅子の漕ぎ方の違いなどから、得られるデータにそれぞれ異なった特徴の出現が考えられる。条件を変えながら多くのデータを集めることで、検出精度を高めていく必要がある。

5. まとめ

本論文では、スマートフォン内蔵の加速度センサを用いて、バリアフリー情報を提供する手法を提案した。車椅子で走行中の加速度値をモニタリングし、適切な閾値設定により歩道上の危険を検知できることを確認した。

今後の課題として、勾配の検出がある。勾配もまた、物理的バリアフリーを考える上で重要な要素の一つである。段差や縁石の場合には走行時に感じる振動から、提案手法により検出を試みることができる。しかし、勾配検出には端末の傾きや高低差のデータも必要となる。本研究で使用できるデータは加速度値だけであるため、勾配を検出することはできない。したがって、それらのデータもモニタリングできるようにすることが課題である。

参考文献

- 1) みやざきアクセシビリティ情報マップ https://m-bfree.pref.miyazaki.lg.jp/a_map/public/top, (2021/1/24 閲覧)
- 2) Takumi Watanabe, Hiroki Takahashi, Yusuke Iwasawa, Yutaka Matsuo and Ikuko E. Yairi: Evaluating Road Surface Condition by using Wheelchair Driving Data and Positional Information based Weakly Supervision, The 33rd Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2019.
- 3) Yusuke Iwasawa, Kouya Nagamine, Ikuko Eguchi Yairi and Yutaka Matsuo: Toward an Automatic Road Accessibility Information Collecting and Sharing Based on Human Behavior Sensing Technologies of Wheelchair Users, *Procedia Computer Science* 63, pp.74-81, 2015.
- 4) Yusuke IWASAWA, Ikuko EGUCHI YAIRI and Yutaka MATSUO: Combining Human Action Sensing of Wheelchair Users and Machine Learning for Autonomous Accessibility Data Collection, *IEICE TRANS. INF.& SYST.*, VOL.E99-D, NO.4 APRIL 2016, pp.1153-1161, 2016.
- 5) 山田祥寛: はじめての Android アプリ開発, 秀和システム, 2019.
- 6) 金宏和實: 作ればわかる!Android プログラミング, 株式会社翔泳社, 2016.