

加速度センサによる路面状態の把握とバリアフリー検知への利用

岡村 拓哉† 伊與田 光宏†
千葉工業大学情報科学研究科†

1. はじめに

近年、バリアフリー問題の解決に向けての研究が行われ、経路探索アプリなどのサービス提供も増加している。しかし車椅子を利用するバリアフリー対象者の人々は健全者と比べ、身体の損傷や活動の制約などが存在する。健全者では問題の無いような転倒でも大きな事故に発展してしまう恐れがある。そのため道路の保全や路面の状態を事前に確認するなどして事故を減らさなければならない。本研究では路面情報を可視化し、事前に提供する事で事故発生を軽減させ、バリアフリー対象者の支援を行う。

2. 概要

現在、路面の状態を判断する手段で一般的にはカメラが捉えた画像によるものと、人間がローラー定規等を用いて測定を行うものが挙げられる。バリアフリー対象者が事故を起こしてしまうのはカメラや人間の目で見ただけでは凹凸などの測定が出来ていないと筆者は考えた。そこで路面状態の認識に加速度センサを用いることを提案する。加速度センサは衝撃に対し敏感に反応するためよりバリアフリー対象者の感覚に近い情報を数値として扱う事ができる。

3. システム

3.1 提案

三軸加速度センサが路面の状態を判断するプログラムを作成する。接続はBluetoothで行い、加速度センサは台車や車椅子に取り付ける。加速度センサを取り付けた機材を走行させることで路面からの衝撃を加速度として読み取り、路面状態を判断する。

3.2 処理の流れ

PCとプログラム、加速度センサの全体の構成を図1に示す。

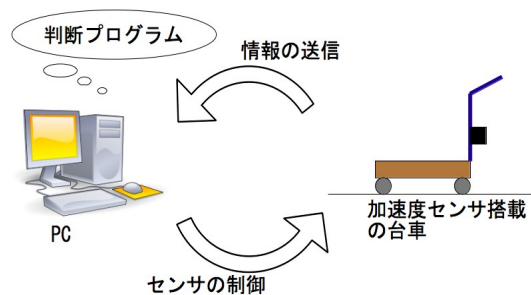


図1. 全体の構成

加速度センサから判断プログラムに情報を送り、受け取った値からどのような状態の路面を機材が通っているか判断する仕組みである。この際、受け取る情報とは加速度センサが捉えた衝撃値であり、使用したセンサが三軸加速度センサのためX軸、Y軸、Z軸の三つの加速度値が送られてくる。送られてきた値は図2の様に処理される。

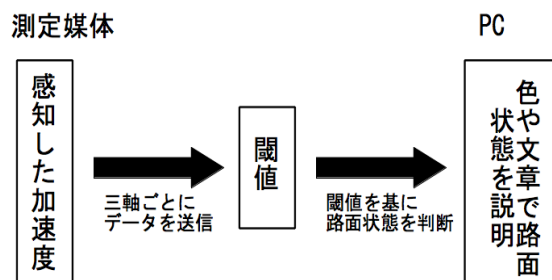


図2. 加速度の処理

路面状態の判断には閾値の設定が重要である。設定については4章に詳しく示す。また加速度センサが感知出来る方向は図3のようになっている。

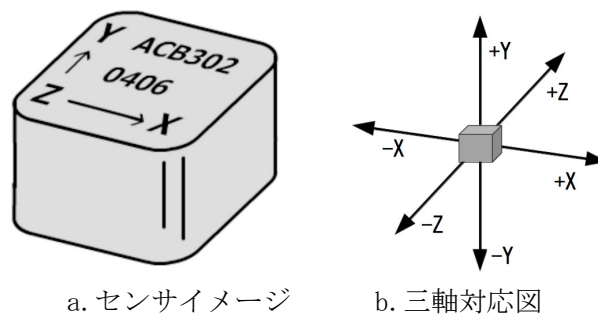


図3. 加速度センサ感知方向

4 事前実験

3章で説明した通り、加速度センサが感知した値から路面状態を判断するのが本研究の主であり、判断を行うための閾値の設定は重要である。

しかし単純に道路などでデータを集め、判断をさせているのは尺度やカメラを用いた判断と変わらず、バリアフリー対象者の視点に立った路面判断が行われているとは言えない。そこで車椅子や台車や車椅子利用者が路面走行を行う際に行動を共にし、データを収集する事前実験を行った。事前実験を行う事で走行の際に利用者が衝撃に対してどのような感覚を得るのか、勾配があったとき加速度はどのように変化するかといった情報を収集する事が出来る。

4.1 路面状態の測定

以下に測定中の画面を示す。

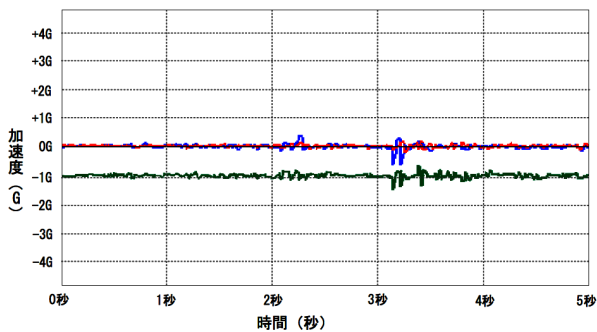


図 4. 加速度の測定画面

X 軸及びY 軸は 0G 付近で値が変動し、Z 軸は常に重力加速度の影響を受けるため -1G に近い値で振動をする事が確認出来た。

4.2 測定結果

測定を行った結果、加速度の値は上下に振動するような形を取っており、振動が大きくなると路面が荒くなることが分かった。例えば図 4 では 0 秒から 2 秒、4 秒から 5 秒の間では車椅子利用者は滑らかな路面を走行していると感じていた。しかし 2 秒から 4 秒の間にはコンクリートのヒビに乗ってしまったので凹凸があると判断していた。このことから振れ幅の範囲にどれだけの加速度が分布したかによって路面状態が判断できると考えた。本研究では分布範囲の設定に標準偏差を利用する。

5. 実験

5.1 路面状態判断実験

収集したデータを基準とし、台車や車いすに搭載したセンサによる路面状態の判断を行うプログラムを開発した。以下に動作状態を示す。

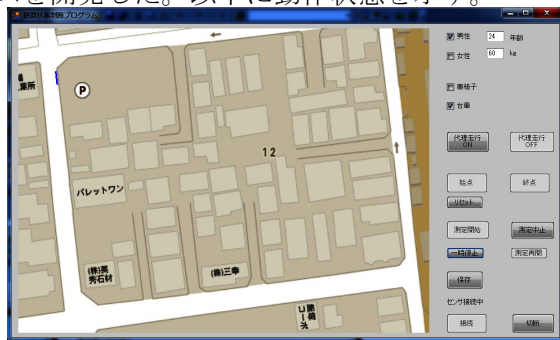


図 5. プログラム動作例

プログラムに実装した機能は以下の通りである。

- ・台車、車いすの選択機能
- ・利用者の情報設定
- ・路面情報の色分けと画像に対しての描画機能

色分けは三段階に変化し、青は滑らか、黄色は通行可能な凹凸、赤は通行不可能な凹凸を表す。加速度は車椅子の場合は人間の体重、台車の場合は荷物の重さを入力することで路面判断に変化を与えるようにしている。

5.2 判断実験結果

判断タイミングを 0.5 秒、1.0 秒、1.5 秒、2.0 秒に変化させ、路面状態を判断した。0.5 秒では約 65%、1.0 秒では約 86%、1.5 秒では約 75%、2.0 秒では約 70% の確率で認識を正常に行う事が出来た。よって 1.0 秒での判断が路面判断に適している事が分かった。

5.3 地図への描画と利用

判断実験で判断した結果を地図に描画し、バリアフリーマップを作成した。以下に作成した地図を示す。

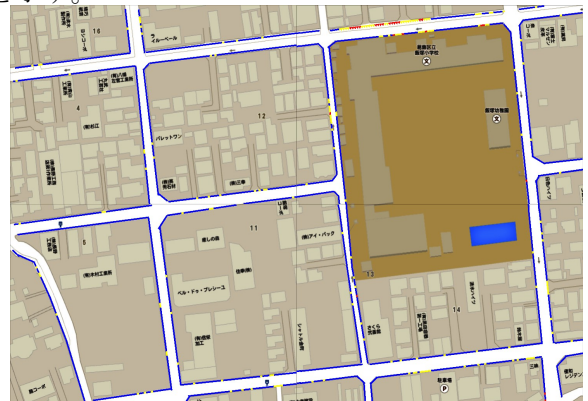


図 6. 作成したバリアフリーマップ

これらの地図を車椅子及び台車利用者に使用してもらい評価していただいた。

5.4 利用結果

バリアフリーマップを利用してもらった際、アンケートに協力して頂いた。以下に集計結果を示す。

表 1. アンケート結果

質問No	質問内容	最高評価	最低評価	平均評価
1	路面状態の見やすさ	5	3	4.3
2	路面状態の判断力	4	3	3.9
3	地図の使いやすさ	4	2	3.6
4	バリアフリーへの貢献	5	3	4.2

評価は 5 段階で判断してもらった。5 がとても良い、1 がとても悪いという評価となっている。アンケートには車椅子利用者 16 名、台車利用者 7 名に協力していただいた。最も良い評価は「路面状態の見やすさ」の項目で勾配や凹凸が視覚的にわかるのは便利といった感想を頂いた。逆に評価の低い「地図の使いやすさ」では路面状態のみを見る場合は良いが地図全体としては見にくくなってしまっている部分ができているといった意見が出てしまった。

6. 終わりに

本研究では加速度センサを搭載した機材を路面走行させ、バリアフリー検知を行い地図に描画を行った。実験結果から路面状態を可視化することで凹凸の読み取りを簡単に行うことができるようになった。これにより凹凸の多い通路を避け、路面状態に左右されるような転倒事故などを防止することが望める。

参考文献

[1] 国土交通省 バリアフリー法関連情報ほか