

気圧センサーを用いた傾斜計測システムのデータベース

井上 新[†] 金子 邦彦[†]

[†] 福山大学工学部 〒729-0292 広島県福山市学園町1番地三蔵

E-mail: [†] t5415004@fukuyama-u.ac.jp

あらまし 歩道などの交通路における階段、坂道、段差の情報は重要であるものの、市販の地勢図等では簡単に得にくい場合がある。階段、坂道、段差の情報は、交通路における数十センチメートル程度の高度差である。実際に交通路に行き実地での調査をしたいというとき、スマートフォン内蔵された気圧センサーを用い傾斜計測を調査する手段がありえるが、計測した傾斜計測データを収集し保管するためのデータベースについて、その設計やシステム作りで考慮する事項がある。本稿では、気圧センサーによる傾斜計測システムを試作したので報告する。

キーワード 気圧センサー、地理情報、JSON データベース

1. まえがき

私の地元尾道は坂の町として有名である。しかし、歩道などの交通路における階段、坂道、段差の情報は地勢図や測量では簡単に得にくい場合がある。

実際に交通路に行き実地での調査をしたいというとき、気圧センサーを用いて傾斜計測を調査する手段がありえる。そこで既に身近になっているスマートフォン(iPhone8)に内蔵されている気圧センサーを用いて情報を取得し、得られたデータを管理するデータベース管理システムの作成を試みた。

計測は複数の端末から可能でオンライン上のデータベースにアップロードしデータを集計する。OpenStreetMap(1)というプロジェクトがあり、不特定多数の人々が編集を行うことで世界規模の地図の作成を行っている。本研究でも複数人で計測を行うことで個人では不可能な大量のデータを収集することができると考えている。

スマートフォンの気圧センサーを使った高度調査は従来の研究(2)でも行われているが今回の実験で使用した iPhone8 を使った研究は見つからなかった。使用されている気圧センサーの精度も不明だったため実験で評価を行った。

2. 傾斜計測システム

試作した傾斜計測システムの概要は次の通りである。

(1) スマートフォンで動く傾斜計測アプリ

スマートフォン(iPhone8)内蔵の気圧センサーを使い、緯度、経度、気圧、現在時間、ルートID、機体IDを1秒毎に計測し、後述の Google Firebase 上のデータベースにアップロードする。ルートIDは計測前に手動で入力し、機体IDはアプリ初回起動時に自動生成される。図1に動作画面のスクリーンショットを示す。



図1 計測中画面とルートID入力画面

(2) データベースシステム

データベースシステムの作成にあたり Google 社の提供する Firebase(3)を使用した。Firebase を使うことでサーバーの構築・運用の手間を省くことができる。

傾斜計測のデータは、Firebase 上で、単一の JSON データとして保存している(図2)。複数端末からのデータ集計を可能にするため、JSON データは木構造とし、その中に、機体IDごとの部分木を作るようにしている。

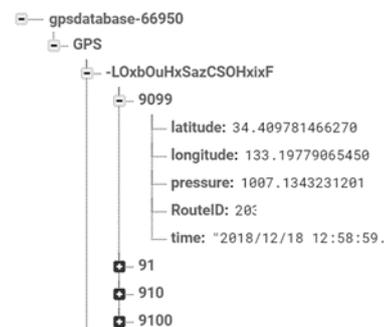


図2 Firebase データ構造

また、計測回を個別で指定するために各計測回において計測開始オブジェクト、計測終了

オブジェクト、ルート ID を記録している (図 3)。

[gpsdatabase-66950](#) > [GPS](#) > [-lOxbOuHxSazCSOHxixE](#) > [trialNum](#)

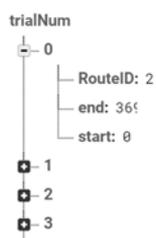


図 3 Firebase 計測回保存データ

3. 実験

2.で説明した傾斜測定システムを使用して、実際に傾斜を検出できるか、以下の実験を行い確認した。

(1) 踏み台昇降による高度差の検出

スマートフォンに内蔵の気圧センサーの実証評価のため踏み台昇降による実験を実施した。

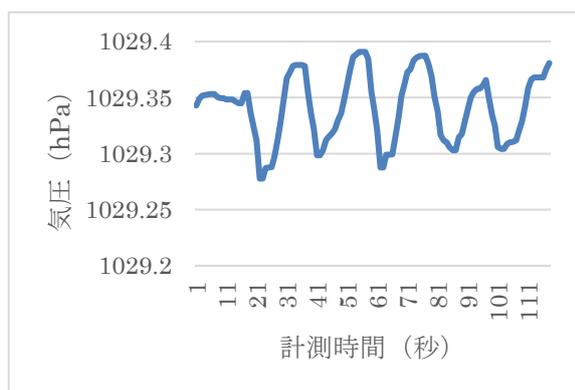


図 4 踏み台昇降時の計測結果

計測結果を図 4 に示している。ここでは高さ約 55 センチの踏み台を使い、およそ 10 秒周期で上る降りるの動作を 5 回繰り返した。実験結果より 50 センチ程度の高度差なら気圧の変化として計測が可能なが確認できた。また、同じ踏み台を使い踏み台の上と地面とを GPS の高度データを使い計測した。踏み台の上下にてそれぞれ 10 秒間隔で 5 回高度を計測し平均値を求め、それを 3 セット行った。結果を表 1 に示す。

表 1 GPS での高度差計測

平均高度 (m)	下 1 回目	6.80
	上 1 回目	6.82
	下 2 回目	6.85
	上 2 回目	6.87
	下 3 回目	6.89
	上 3 回目	6.82

(2) 尾道市向島を歩行しての計測

尾道市向島内に、図 5 の 5 つの坂道を含む約 550 メートルのルートを定め、日付を変えて 5 回歩行して、傾斜計測システムでの計測を行った。



図 5 計測区間上の坂道

実験結果をグラフにしたものが図 6 である。横軸は計測時間、縦軸は気圧である。日により気圧全体や歩行速度が一定でないため少しのずれがあるが高度差の検出には十分だと判断した。

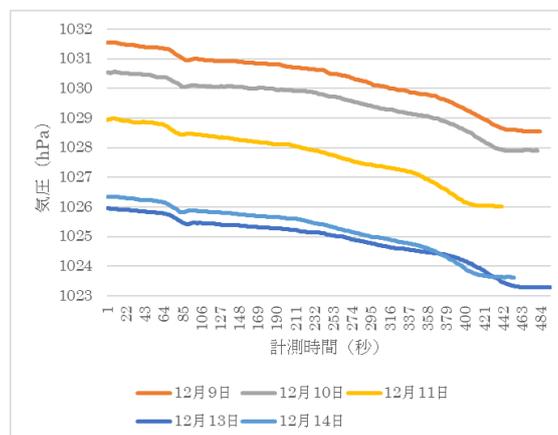


図 6 同区間での気圧変化

12月 9 日の計測において、計測時間の中のおよそ 1 から 71, 71 から 91, 91 から 241, 241 から 371, 371 から 441 秒のところの 5 地点に現れた。5 地点の緯度経度等のデータはデータベース化されている。図 7 にデータベースの該当部分を示している。

[gpsdatabase-66950](#) > [GPS](#) > [!OxbOuHxSazCSOHxixF](#) > 3247

```
3247
├── RoutelD: 1
├── latitude: 34.39454744107
├── longitude: 133.20148782817
├── pressure: 1031.5483856201
└── time: "2018/12/09 10:41:01.
```

[gpsdatabase-66950](#) > [GPS](#) > [!OxbOuHxSazCSOHxixF](#) > 3317

```
3317
├── RoutelD: 1
├── latitude: 34.39408446665
├── longitude: 133.20202561107
├── pressure: 1031.3001251220
└── time: "2018/12/09 10:42:11.
```

[gpsdatabase-66950](#) > [GPS](#) > [!OxbOuHxSazCSOHxixF](#) > 3337

```
3337
├── RoutelD: 1
├── latitude: 34.393899980964
├── longitude: 133.2019253635
├── pressure: 1030.9453582763
└── time: "2018/12/09 10:42:31.
```

[gpsdatabase-66950](#) > [GPS](#) > [!OxbOuHxSazCSOHxixF](#) > 3487

```
3487
├── RoutelD: 1
├── latitude: 34.39264361749
├── longitude: 133.20287109365
├── pressure: 1030.6138610839
└── time: "2018/12/09 10:45:01.
```

[gpsdatabase-66950](#) > [GPS](#) > [!OxbOuHxSazCSOHxixF](#) > 3617

```
3617
├── RoutelD: 1
├── latitude: 34.391485364208
├── longitude: 133.2018331625
├── pressure: 1029.6707153320
└── time: "2018/12/09 10:47:11.
```

[gpsdatabase-66950](#) > [GPS](#) > [!OxbOuHxSazCSOHxixF](#) > 3687

```
3687
├── RoutelD: 1
├── latitude: 34.390831911037
├── longitude: 133.20175051701
├── pressure: 1028.6634826660
└── time: "2018/12/09 10:48:20.
```

図 6 計測 JSON データ

また、この実験から複数回の計測データ管理が可能であることを確認できた。(図 7)

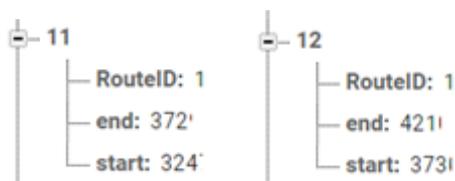


図 7 複数回計測時のデータベース

(3) 他の機体との計測値比較

傾斜計測アプリをインストールした 2 台の iPhone8 を用意し、同時に同区間で計測する。結果をグラフにしたものが図 8 である。

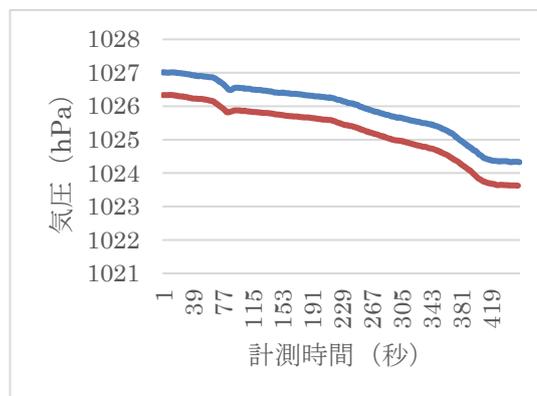


図 8 別端末との比較

全体に多少の差が出たが、変化の割合はほぼ一定だった。これにより別の機体でも同じ高度差を計測できることが分かった。

また、複数端末の計測データ管理が可能なることを確認した。(図 9)

[gpsdatabase-66950](#) > [GPS](#) > [!OxCIWcPx1mA8lxZPMQ](#) > [trialNum](#) > 0

```
0
├── RoutelD: 1
├── end: 45'
└── start: 0
```

[gpsdatabase-66950](#) > [GPS](#) > [!OxbOuHxSazCSOHxixF](#) > [trialNum](#) > 2

```
2
├── RoutelD: 3
├── end: 106'
└── start: 74'
```

図 9 複数端末計測時のデータベース

4. まとめ

本稿では、傾斜計測システムを報告した。また、実内を歩いての実験により、傾斜の計測ができること、数十センチ程度の高度差も計測できることを確認した。

複数計測器を用意し、別端末でも同じような計測結果が得られることを確認した。

また、複数回計測を行った場合や複数の端末で計測を行った場合でもデータベース上でのデータ管理が可能なることを確認した。

謝辞

本研究は科研費(15H05708)の助成を受けたものである。

参考文献

(1) OpenStreetMap ホームページ, <https://openstreetmap.jp/>

(2) 並木, 市野, 笹原他:「スマートフォンの気圧センサと気象情報を用いた高度推定手法」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013)シンポジウム, 平成 25 年 7 月

(3) Fire base, <https://firebase.google.com/?hl=ja>