

GPSと加速度センサのデータ分析手法 の開発と危険箇所検知への応用

SWIM研究会
海野 史八、宇田川 佳久
東京工芸大学工学部
2015年2月27日

目次

1. はじめに
2. GPS及び加速度データの収集方法
3. 予備実験
4. 本実験
5. おわりに

本研究の目的

本研究の目的

- 健康志向やエコブームにより、自転車通勤を始める人が増加している
- これに伴い、**自転車事故が増加**している
- スマートフォンに内蔵されている**GPSと加速度センサ**アプリケーションを用いた**道路上の危険箇所**を検知するシステムを構築する
- スマートフォンを使うことにより、**安価かつ携帯性に優れた危険箇所**の検知を可能にする

本研究の対象

- 一般道路での自転車による危険箇所の検知

関連する先行研究

- 振動およびGPSデータとロコミ情報を連携した自転車の安全支援システム(東京工科大)
- スマートフォンに搭載されている3軸加速度センサデータを使用した自転車の挙動認識に関する研究(九州工業大)
- 自動車を対象とした研究(国土技術総合研究所)
(ATR:国際電気通信基礎研)
- 自動車や高度なセンサを用いた先行研究(国土技術総合研究所)
- 本研究では、GPSデータと加速度データを併用している

使用した機材とアプリケーション

使用したハードウェア

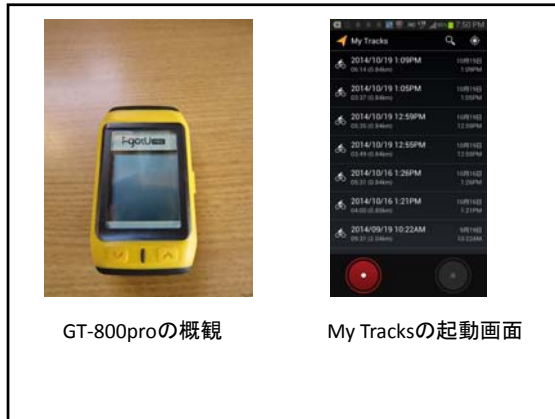
- GPSロガー(Mobile Action社 GT-800pro)
- スマートフォン(SC-06D)
- + スマートフォンホルダー(iH-500-STD)

使用したアプリケーション

- GPSロガー(My Tracks)
- 加速度ロガー(シンプル加速度ロガー)

GPSロガーによるデータ収集

- GPSロガーとして**GT-800pro**と**My Tracks**を使用
- 共にランニングやサイクリング等のGPSロガーとして使用されることを想定している
- GPSロガーとは、一定時間ごとに現在位置を計測・記録して後から移動経路を知ることができるもの
- 実験では、**CSV形式でエクスポート**を行った



GT-800proの概観

My Tracksの起動画面

加速度データの収集方法

- 加速度ロガーとしてシンプル加速度ロガーを使用
- 加速度の変化をリアルタイムで計測
- CSV形式でのエクスポートに対応している

シンプル加速度ロガーの起動画面

エクスポートしたCSVデータの例

GPSデータ										加速度データ									
日	時	分	秒	緯度	経度	標高	速度	方位	方位角	加速度X	加速度Y	加速度Z	平均X	平均Y	平均Z	標準偏差X	標準偏差Y	標準偏差Z	標準偏差合計
2014/3/6	10	28	31	35.308114	138.47372	-45.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

GPSデータ 加速度データ

実験環境の準備

- 自転車への固定
MINOURA社 スマートフォンホルダー iH-500-STD
- 特徴
ベース部と上部ホルダーが脱着できる
ウイングが開かないロック機構
スマートフォンが前方に移動しないストッパー

- 測定用プログラムの開発
 - GT-800pro付属のSports Analyzerでは滑らかな軌跡となつて表示されるため、解析には適さない
 - よって座標情報をそのままの状態に表示するプログラム(VBA)を独自に開発した

Sports Analyzerによる表示例 開発したプログラムによる表示例

予備実験

- GPSロガーと加速度センサの特性を確認するために行った
- 測定には自転車を使用した
- 場所は静岡市の自転車専用道路で行った
- 測定に使用した区間は約2kmで10分で走ることができる

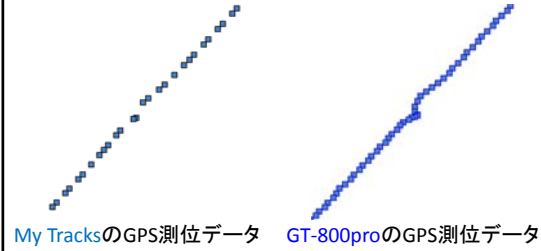
測定間隔

- GT-800pro → 1秒間隔
- My Tracks → 最小(数秒に1回程度)
- シンプル加速度ロガー → 0.01秒程度の間隔

予備実験コースの概観



My TracksとGT-800proの違い

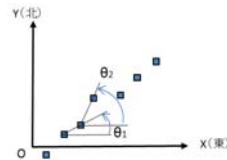


My Tracksのデータは記録間隔が一定にはなっていない
従って以後の実験では、GT-800proのデータのみを使用することにする

GPSデータからの危険箇所検知

- GT-800proは1秒間隔でGPSデータを取得しており、危険箇所での危険回避行動は数秒で完了する
- よって、個々のGPSデータを解析の対象とする
- 危険回避行動が行われた箇所では、移動速度が落ちるとともに、方向も変化することが判明した

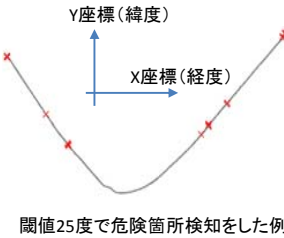
- 東方向をX軸、北方向をY軸として、2点からX軸との為す角度を計算し(arctangent)、その角度の差が一定の閾値より大きいとき、危険箇所と判定する
- 隣り合うGPSデータから自転車の移動方向を算出 (θ_1, θ_2) する
- 次に隣り合う移動方向の差 Δ を算出する
$$\Delta = |\theta_1 - \theta_2|$$
- この Δ の値が一定の閾値より大きいとき危険箇所と判定する



危険箇所候補の算出方法

```

1. '==== 北東方向に対する 角度を計算する ====
2. For L = 2 To 30000
3.   N1 = Cells(L, 3)
4.   If N1 = "" Then Exit For
5.
6.   Y1 = Cells(L, 3) ' Latitude 緯度
7.   Y2 = Cells(L + 1, 3)
8.   X1 = Cells(L, 4) ' Longitude 経度
9.   X2 = Cells(L + 1, 4)
10.
11.  If (X2 <> X1) Then
12.    tan = (Y2 - Y1) / (X2 - X1)
13.  Else
14.    tan = 100000000
15.  End If
16.
17.  pi = Atn(1) * 4 ' 円周率(pi)の値を求める
18.  Cells(L, 12) = Atn(tan) * 180 / pi ' Atn(tan)で角度を計算する
19. Next L
    
```

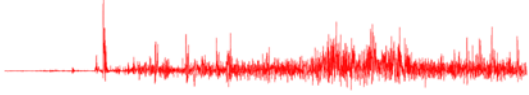


加速度データの処理




- 加速度センサのデータをそのまま表示するとデータ件数が多く、グラフが密になってしまう
- このため、ノイズの除去のために平準化処理を行う必要がある

- 算術平均フィルタを適用する
 - 一般に数学や統計学で用いられるものであり、単に平均とも言われる



- ローパスフィルタを適用する
 - ある一定の低周波を通過させ高周波成分に関しては減衰させることで高周波の値の推移を滑らかにするフィルタのことである



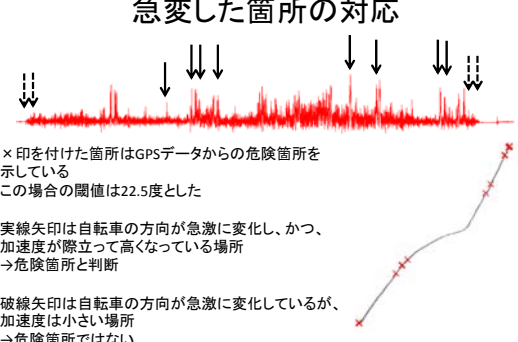
厚木キャンパス付近での本実験

- 通学路での危険箇所の検知に、本方式を適用する実験を行った
- 場所は 東京工芸大学厚木キャンパスに通じる 神奈川県道63号線で行った
- 測定に使用した区間は約850mで4~5分程度で走り切れる
- 高低差が約20mある
- 住宅街に通じる道路との交差がある

本実験コースの概観



加速度算術平均のグラフと方向が急変した箇所の対応



×印を付けた箇所はGPSデータからの危険箇所を示している
この場合の閾値は22.5度とした

実線矢印は自転車の方向が急激に変化し、かつ、加速度が際立って高くなっている場所
→危険箇所と判断

破線矢印は自転車の方向が急激に変化しているが、加速度は小さい場所
→危険箇所ではない

危険箇所と判定された場所



おわりに

結論

- 自転車の方向が急激に変化し、かつ、加速度が際立って大きい場所を危険箇所として判定した
- 実験結果と現地を比較し、方向の変化と加速度を組合わせた方が、個々のデータに基づく方法よりも、適切な判定ができた

今後の課題

- 危険箇所の検知における最適な閾値の設定
- 加速度データにおける最適な平準化処理
- 危険箇所でない場所の加速度の変化をどのように解釈するか