

TLIFES における乗車判定方式の評価

水野 誉久*, 旭 健作, 渡邊 晃 (名城大学)

Evaluation of Transportation Mode Detection in TLIFES
Yasuhisa Mizuno, Kensaku Asahi, Akira Watanabe (Meijo University)

1 はじめに

少子高齢化と核家族化により高齢者の徘徊行動や孤独死などが問題視されている。そこで、我々は、スマートフォンの通信機能とセンサ機能を活用し、見守る側 (家族や地域の人など) と見守られる側 (高齢者や子どもなど) で位置情報やユーザの行動状態などの情報を共有することにより、住民が安心して生活できる社会を作るシステムとして統合生活支援システム TLIFES (Total LIFE Support system) [1] を提案している。TLIFES では、行動情報として乗り物の乗車を含む移動状態の判定を行っているが、認識精度が低い点が課題である。そこで、本稿では、TLIFES の乗車判定方式の評価を行い改善策を検討した。

2 TLIFES の概要

TLIFES では、関係する人全員がスマートフォンを所持することを前提とする。スマートフォンに搭載されている様々なセンサから情報を取得し、ユーザの行動判定などを行い、定期的にサーバへ報告する。TLIFES では、加速度センサを利用してユーザの移動を検出し、移動したと判断したとき、GPS で位置情報を取得する。この方法により、GPS の起動を最小限に抑え、消費電力を減少させることに成功した [2]。行動判定においては実用性を考慮し、放置中、歩行中、乗車中、静止中の 4 つを判別することとし、ユーザの行動を把握しやすいようにした。しかし、現状のままでは多くの誤判定が存在している。

3 TLIFES 乗車判定方式

車や電車などに乗車しているときは加速度センサで高周波の振動を連続的に観測することが出来る。これを利用し、ユーザが何らかの乗り物に乗車しているかどうかの判定を行う。

(1) 軸調節の処理

加速度センサから得られる情報には、端末の向きや個体差による軸のずれがある。そこで、判定に利用する 2 乗加速度値の平均を算出し、それぞれの加速度値から減算することにより 0 を中心に振動するように補正する。

(2) フィルタ処理

車や電車などに乗車しているときの高周波成分を残すため、加速度値を HPF (High Pass Filter) に通し、低周波成分 (体の揺れなど) を除去する。

(3) 突発的な振動の除去

乗車中と静止中を判定する際に誤判定の原因となる突発的な振動 (立ち上がりなど) を除去する。しかし、乗車している乗り物によって加速度値が大きく異なるため、除去する際の閾値をダイナミックに決定する。

(4) 2 乗平均値による判定

加速度値の 2 乗平均値を算出し、一定値以上の場合、ユーザが何らかの乗り物に乗車していると判断し、乗車中

Table 1 TLIFES における乗車判定結果

| | サンプル数 | 正判定数 | 誤判定数 | 正認識率 % |
|------|-------|------|------|--------|
| ①地下鉄 | 51 | 22 | 29 | 43.14 |
| ②JR | 167 | 149 | 18 | 89.22 |
| ③近鉄 | 55 | 53 | 2 | 96.36 |
| ④車 | 72 | 72 | 0 | 100 |
| ⑤静止 | 124 | 101 | 23 | 81.45 |

と判定する。2 乗平均値が一定値未満の場合、ユーザはスマートフォンを所持しているが静止していると判断し、静止中と判定する。

4 認識率の評価

上記判定方式を Android に実装し、様々な乗り物に乗車してその判定結果を調査した。また、静止中に正しく判定されるかどうかを調査した。調査結果を表 1 に示す。表 1 のサンプル数は 2 分に 1 つ生成される。②JR 乗車時、③近鉄乗車時、④車乗車時においては認識率が 90% 近くあり、おおむね正しく判定できていることがわかる。しかし、①地下鉄乗車時においては 40% 程しかないことがわかった。誤判定の多くには、乗車中に静止中と判定してしまったり、静止中に乗車中と判定されてしまう場合が多かった。

乗車中なのに静止中と判定される原因として、電車の停車時間があると、その間、加速度値が小さくなり、2 乗平均値が小さくなってしまったため、静止中と判定されてしまうことが挙げられる。また、地下鉄は他の電車に比べて走行速度が遅く、線路が整備されているので乗車時の振動自体が小さく、それにより 2 乗平均値が小さいことが挙げられる。

5 認識率改善の検討

乗車中に静止中と判定されてしまう場合も、静止中に乗車中と判定される場合も連続した誤判定は少ないことから、前後の判定結果を考慮し補正をかけることで、認識率が上昇するのではないかと考える。例えば、「乗車中」→「静止中」→「乗車中」と 2 分おきに判定された場合、間の「静止中」を「乗車中」に補正する。

6 まとめ

本稿では、スマートフォンによる乗車判定方式について述べ、それに対する評価について述べた。今後は、誤判定を減らし、認識率を上げるために、改善や評価を行っていく。

文 献

- [1] 大野 雄基. 他: TLIFES を利用した徘徊行動検出方式の提案と実装, 情報処理学会論文誌コンシューマ・デバイス&システム (CDS), Vol.3, No.3, pp.1-10, July.2013.
- [2] 大藤 大智. 他: TLIFES における省電力化を目的とした位置測位手法の提案と実装, 研究報告コンシューマ・デバイス&システム (CDS), Vol.2013-CDS-6, No.13, pp.1-6, Jan.2013.

TLIFESにおける 乗車判定方式の評価

水野誉久 旭健作 渡邊晃
名城大学 理工学部 情報工学科

研究背景

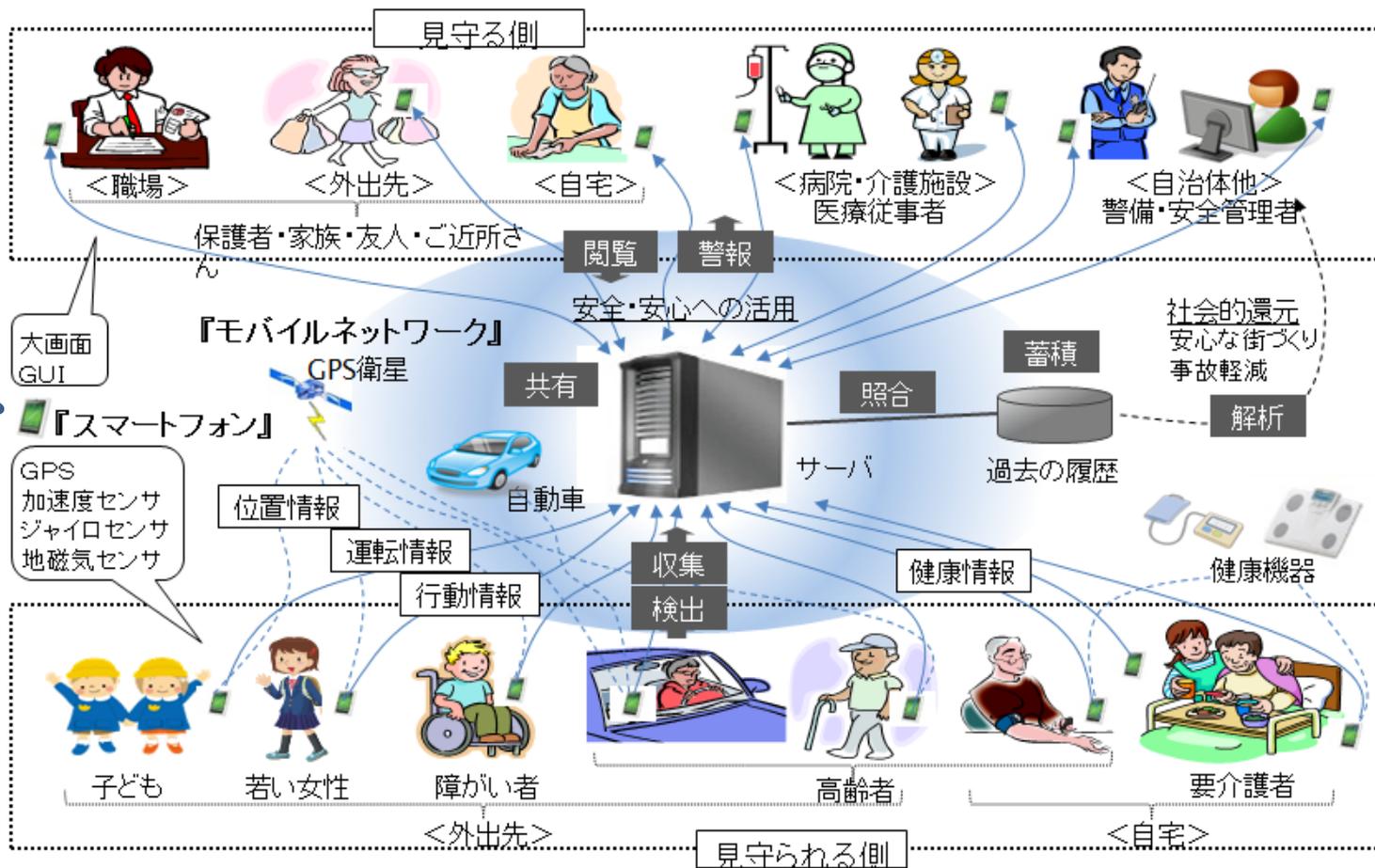
- ▶ 少子高齢化, 核家族化
 - 一人暮らしの高齢者増加
 - 高齢者の徘徊行動が社会問題に
- ▶ スマートフォンの普及
 - GPSやWi-Fi, 加速度センサなど多くの機能を搭載



スマートフォンを利用した見守りシステム
TLIFESを提案

TLIFESの概要

▶ ユーザはスマートフォンを所持



行動判定の有用性

- ▶ 弱者の見守り
 - 加速度センサの変化から利用者の挙動を検知
- ▶ 消費電力低減
 - 利用者の挙動からGPSの起動を判定

現状の行動判定

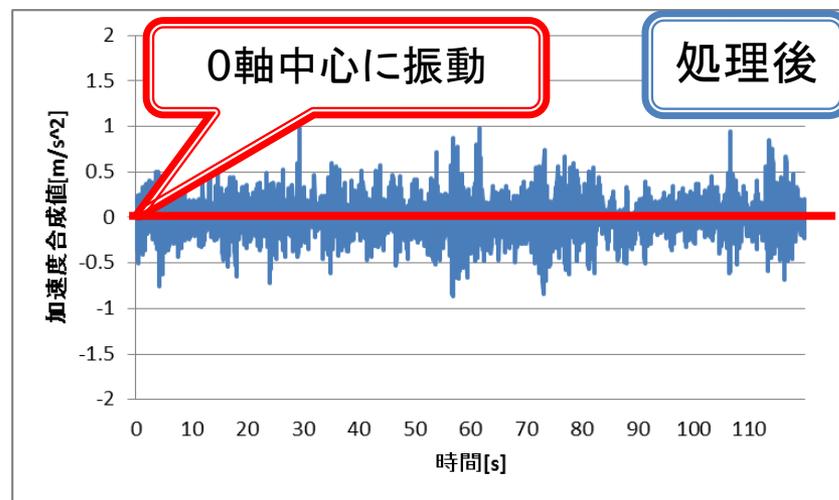
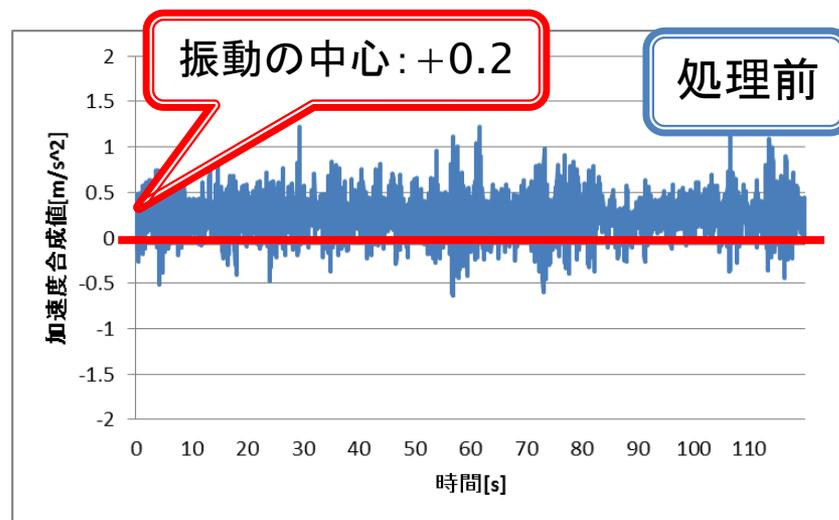
- ▶ 行動判定に利用するセンサ
 - 加速度センサ
 - ⇒ 場所に依存しない行動判定が可能
 - ⇒ 電力低減が可能
- ▶ 判定する行動
 - 放置中
 - 静止中
 - 歩行中
 - 乗車中

TLIFES乗車判定方式

- ▶ 軸調節の処理
- ▶ フィルタ処理
- ▶ 突発的な振動の除去
- ▶ 2乗平均値による判定

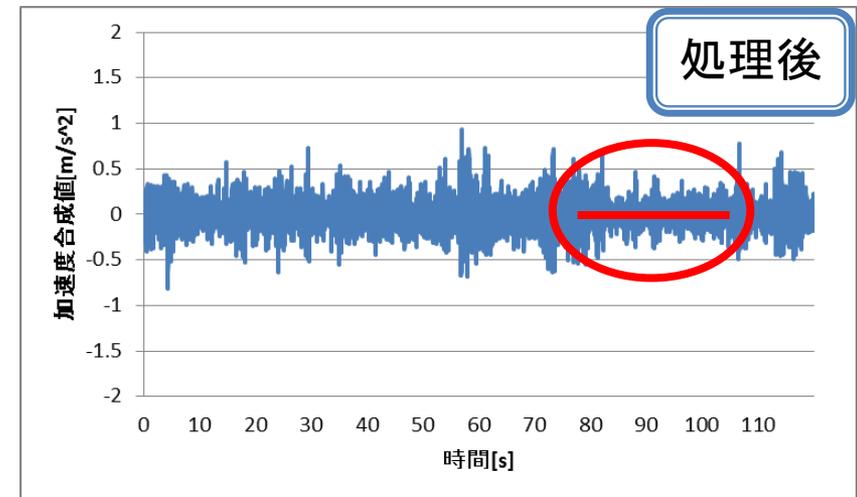
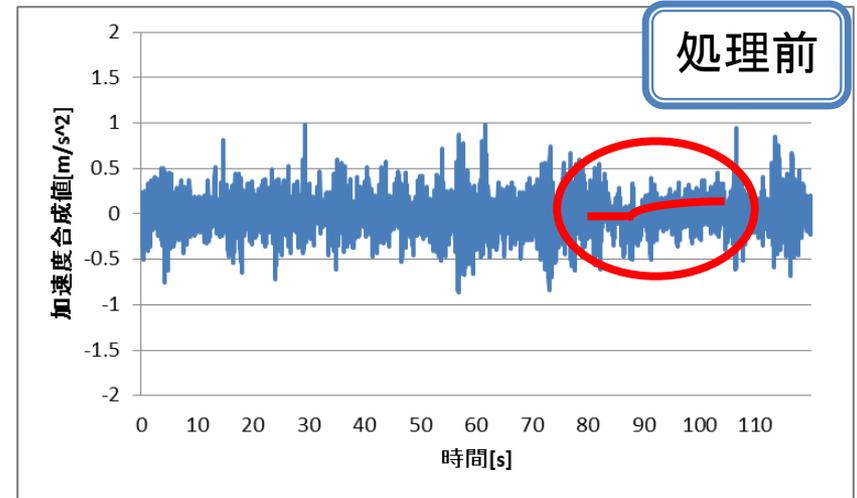
軸調節の処理

- ▶ 2分間の加速度値の平均値を算出し, 元の加速度値から引くことで振動の中心を0軸に調整
⇒軸のずれによる2乗平均値の変化を防ぐ



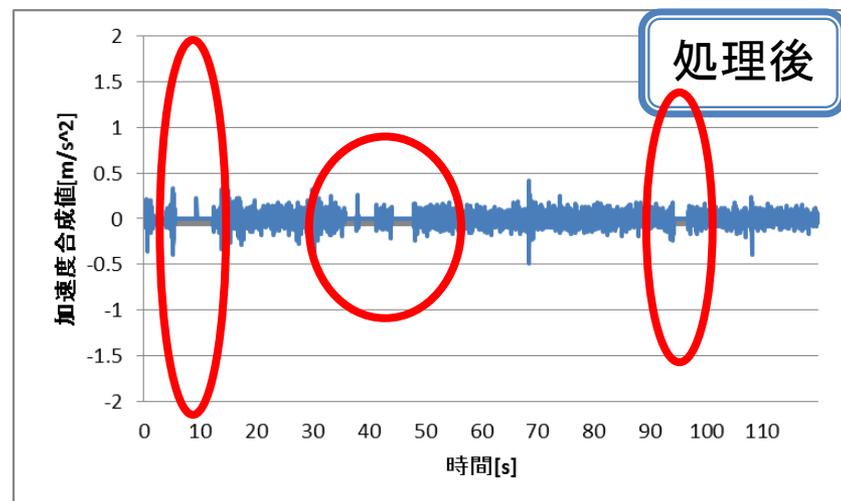
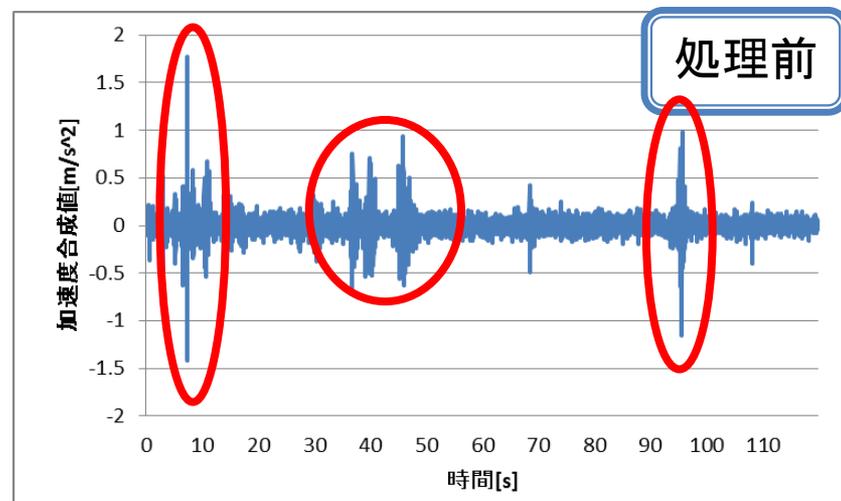
フィルタ処理

- ▶ HPFをかけることで身体の揺れなどによる低周波の振動を除去
⇒低周波の振動による軸のずれを除去



突発的な振動の除去

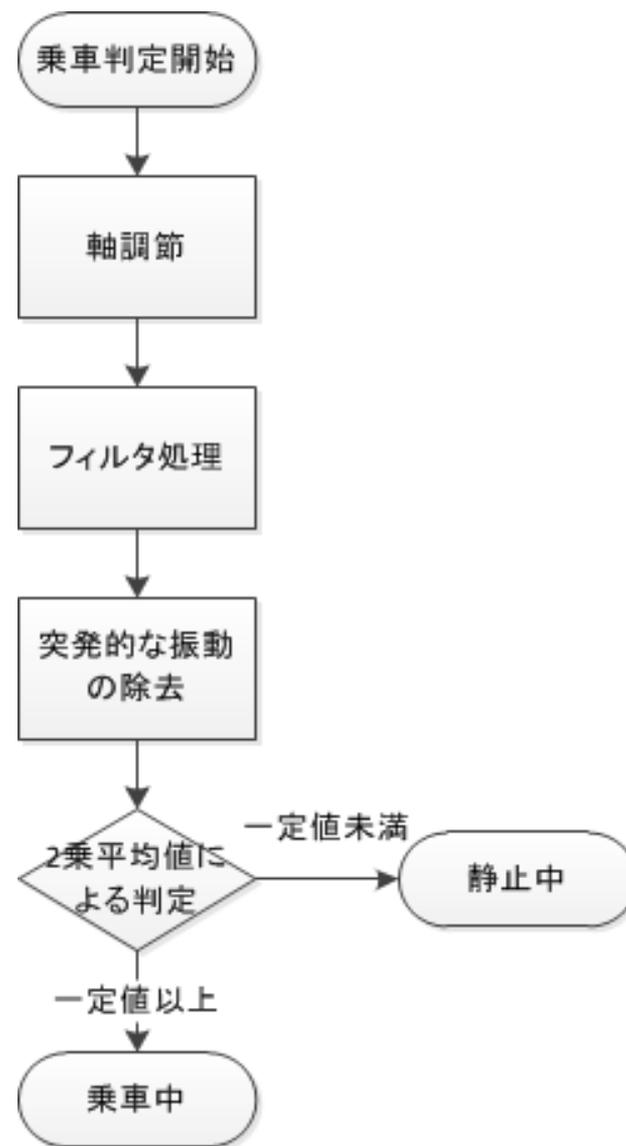
- ▶ 閾値以上の値を検出した場合前後50個のデータを0に書き換える
⇒ 立ったりした際に発生する突発的な振動を除去
- ▶ 閾値は、2分間の加速度値によりダイナミックに決定
⇒ 2分間の加速度値のばらつき具合によって決定



2乗平均値による判定

- ▶ 軸調節, フィルタ処理, 突発的な振動の除去後の加速度値の2乗平均値を算出
 - 一定値以上の場合
⇒乗車中
 - 一定値未満の場合
⇒静止中

一定値は事前に実験をし, 暫定的に決定してある

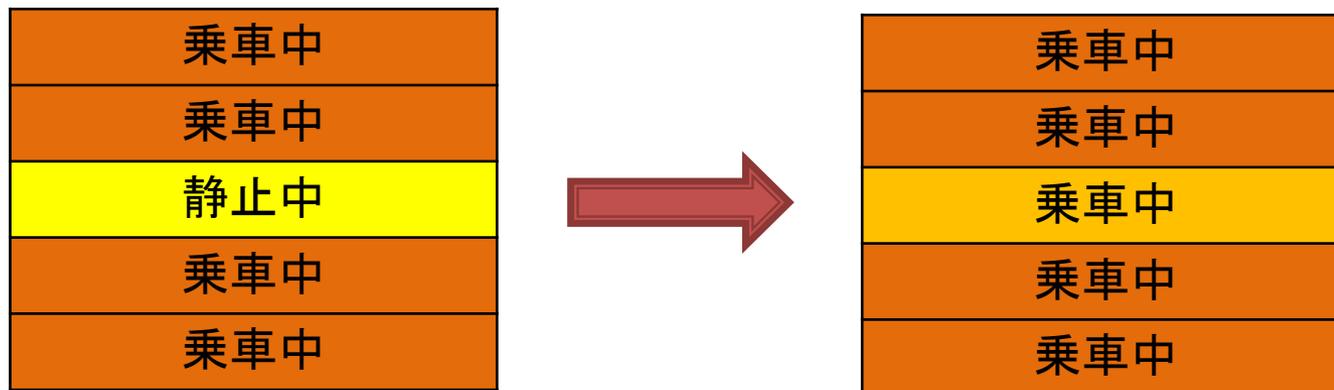


TLIFESにおける乗車判定結果

| | サンプル数 | 正判定数 | 誤判定数 | 正認識率% |
|-----|-------|------|------|-------|
| 地下鉄 | 51 | 22 | 29 | 43.14 |
| JR | 167 | 149 | 18 | 89.22 |
| 近鉄 | 55 | 53 | 2 | 96.36 |
| 車 | 72 | 72 | 0 | 100 |
| 静止 | 124 | 101 | 23 | 81.45 |

乗車判定の課題と検討

- ▶ 地下鉄乗車時に誤判定がみられる
 - 電車の振動自体が小さい
 - 駅と駅の間隔が短く、電車が停車している間の加速度値が含まれてしまうため
- ▶ 連続した誤判定は少ない
⇒ 前後の判定結果を考慮し補正をかける



地下鉄における正認識率が**約80%**に向上

まとめ

- ▶ 加速度センサのみで乗車判定を行う方式の説明
- ▶ Android上に実装し，データをもとに評価

- ▶ 今後の予定
 - さらに誤判定を減らし，認識率を上げるための検討を行う

付録

高齢人口の現状と将来

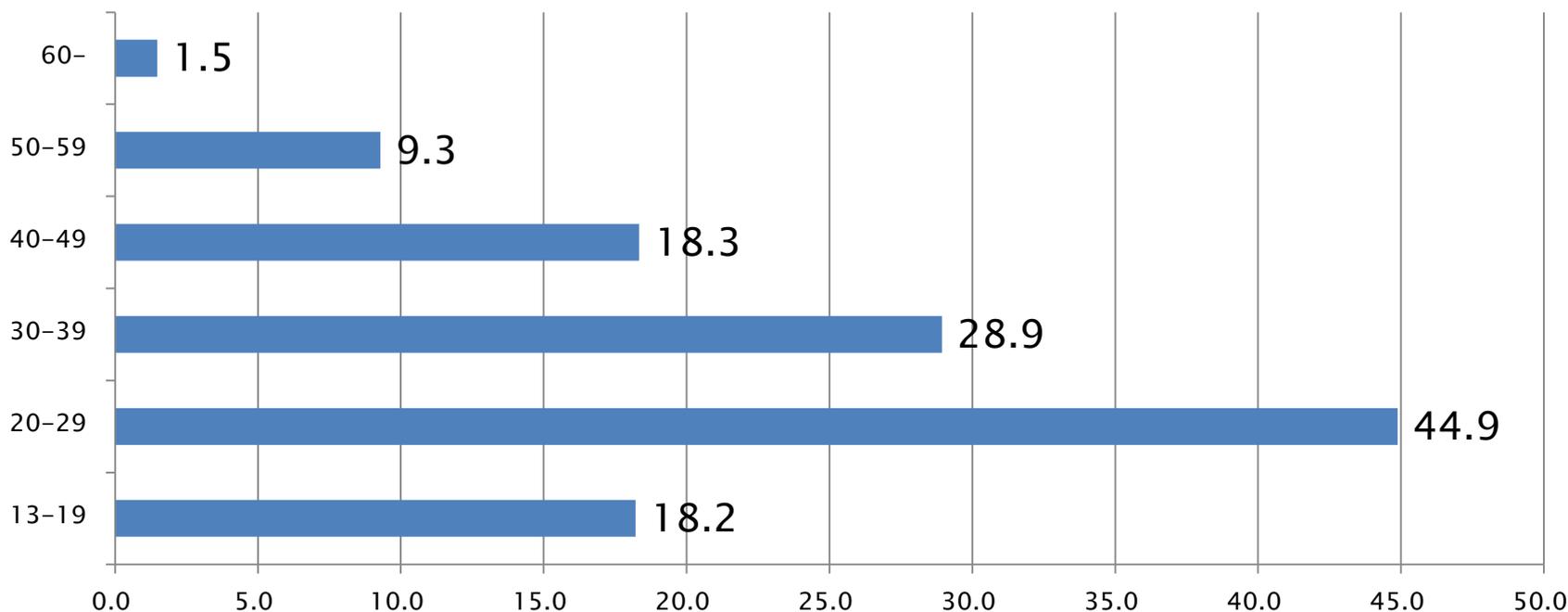
- ▶ 国立社会保障・人口問題研究所によれば、少子高齢化により、高齢人口(65歳以上の人口)は高まり、また、人口減少により、高齢化率(高齢人口の総人口に対する割合)は、高まると予想されている
 - 2013年に25.1%と4人に1人が65歳以上となり、2060年には39.9%と2.5人に1人が65歳以上と予想されている



手軽に見守れるシステムの需要が高まる

スマートフォンの普及率

- ▶ スマートフォンの世代別個人利用の状況
 - 50歳以上のスマートフォン保有率は約10%



総務省「平成24年通信利用動向調査」

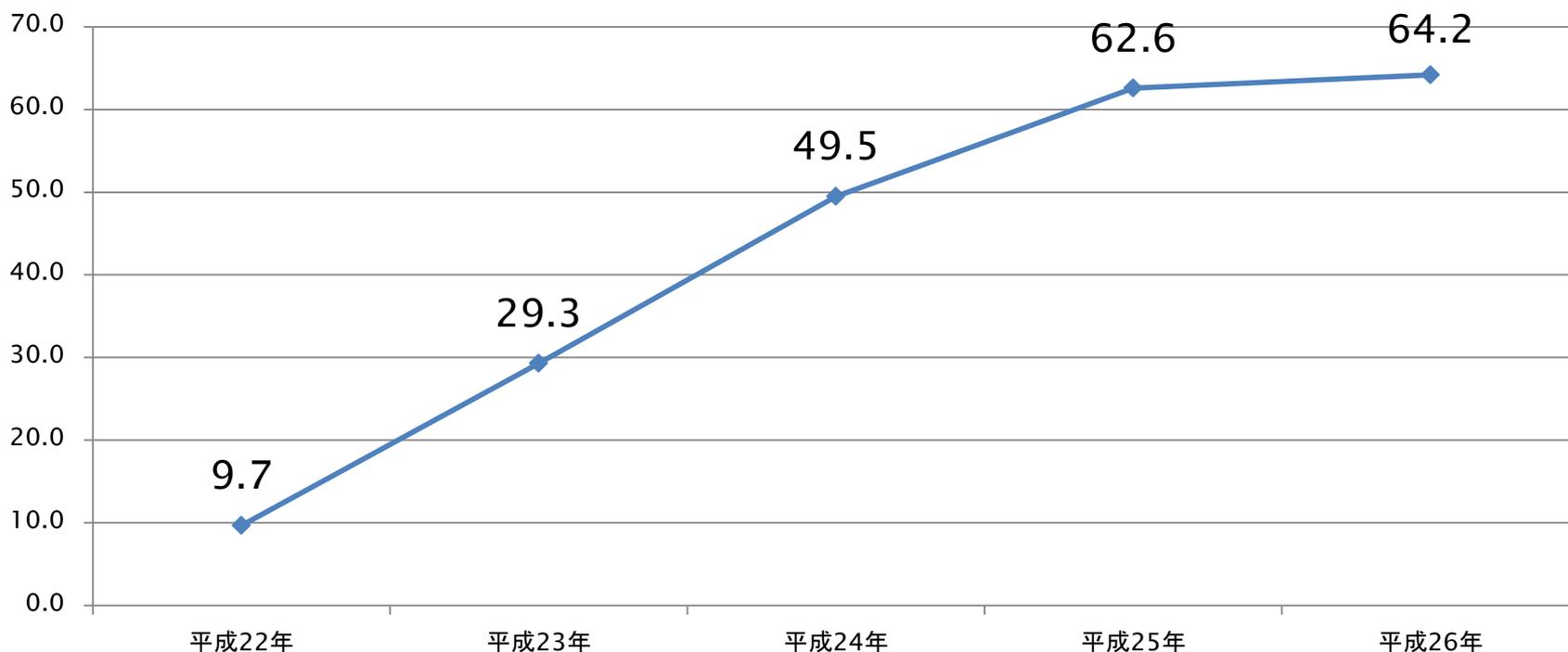
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics05.html>

スマートフォンの普及率の推移

▶ スマートフォンの世帯保有率の推移

- 平成22年度から4年で約50%上昇

[%]

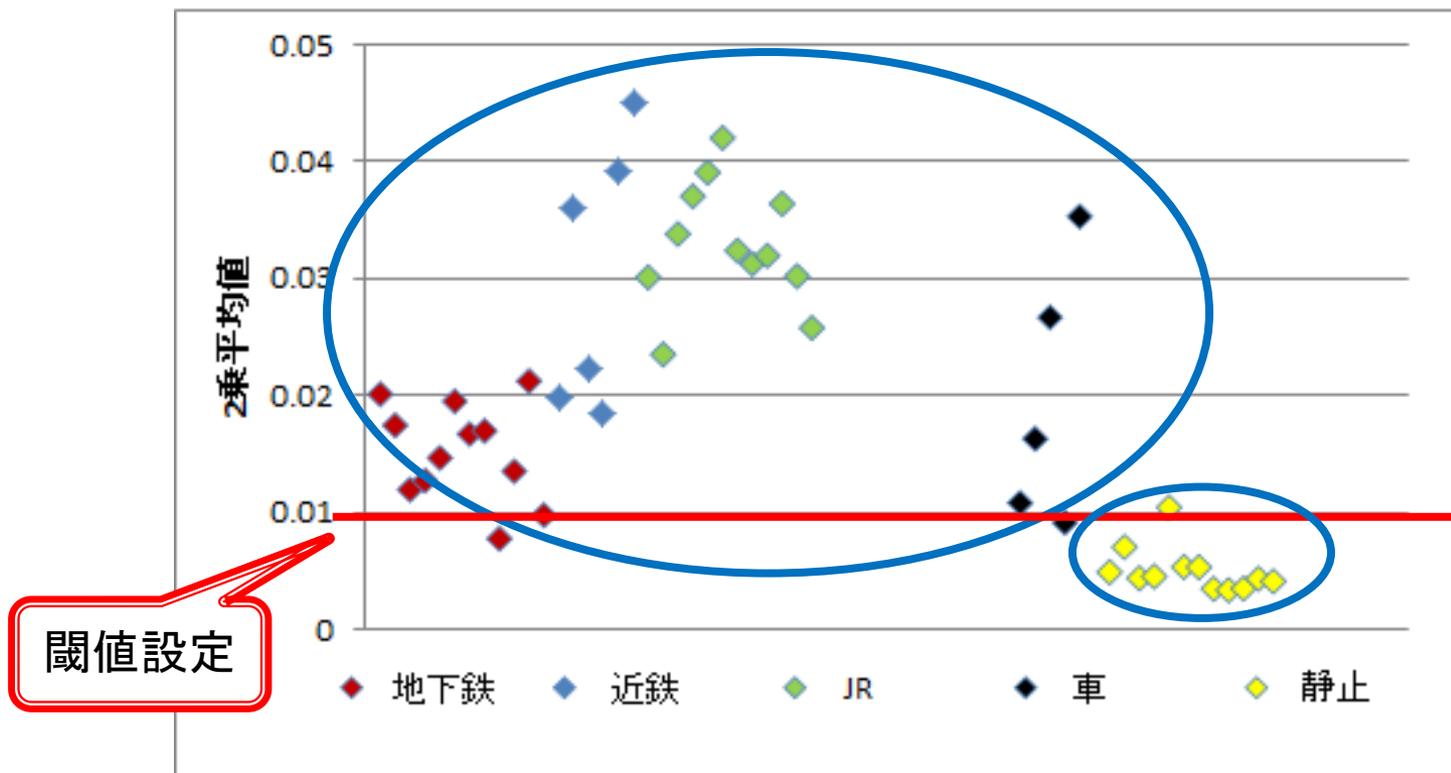


総務省「平成26年通信利用動向調査」

<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics05a.html>

2乗平均値の閾値の決定方法

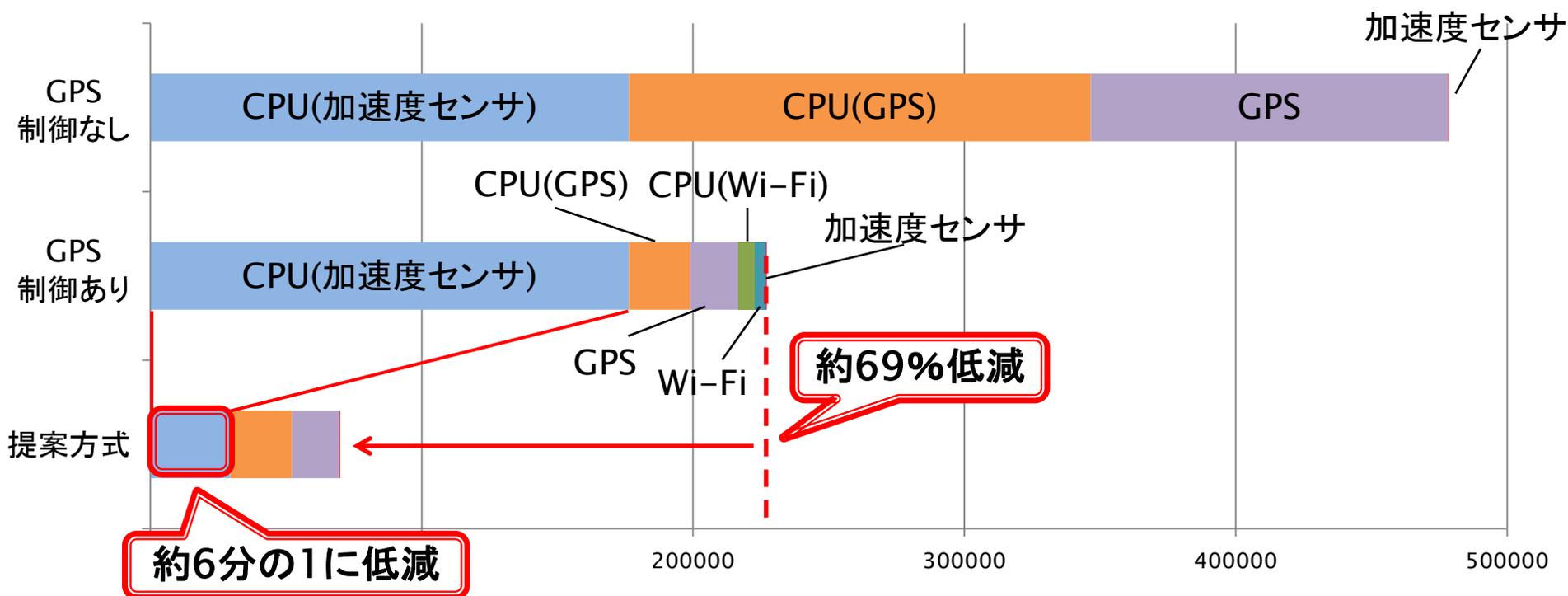
- ▶ 乗車時に比べ、静止時の2乗平均値は値が小さい
⇒ 中間である0.01を閾値として設定



消費電力の予測

- ▶ 通勤・通学，買い物など移動している時間は一日平均4時間ほどであると予想される(※)

⇒一日における消費電力が約69%低減可能

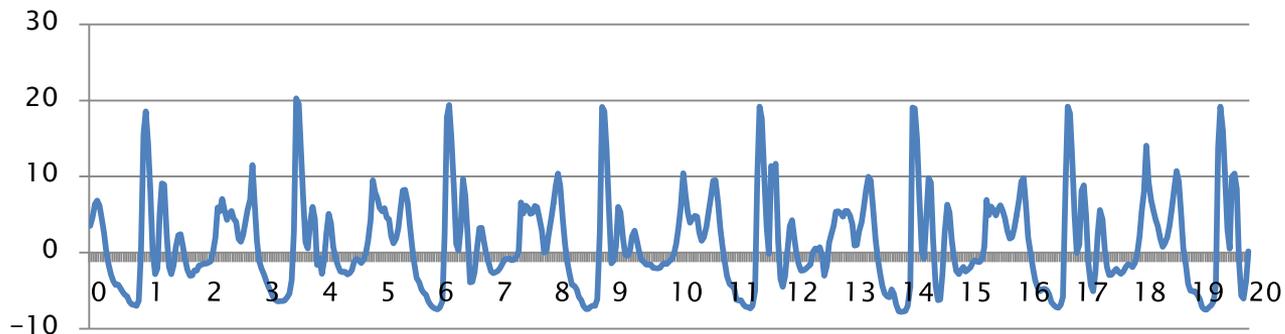


(※)総務省統計局:

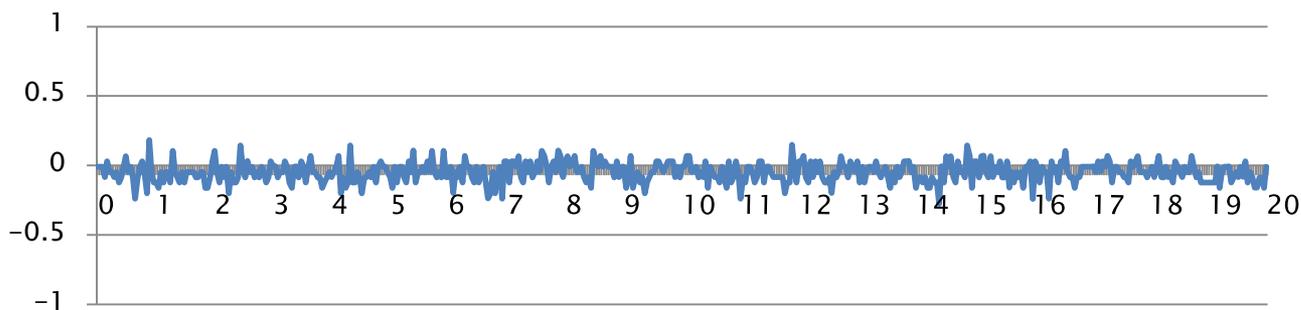
<http://www.stat.go.jp/data/shakai/2011/pdf/houdou2.pdf>

単位:mAs/h

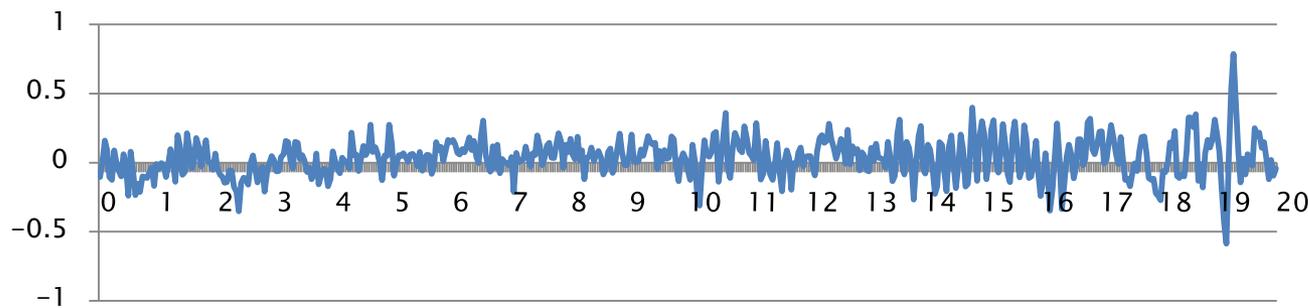
加速度センサで検出できる特徴量



歩行中



静止中

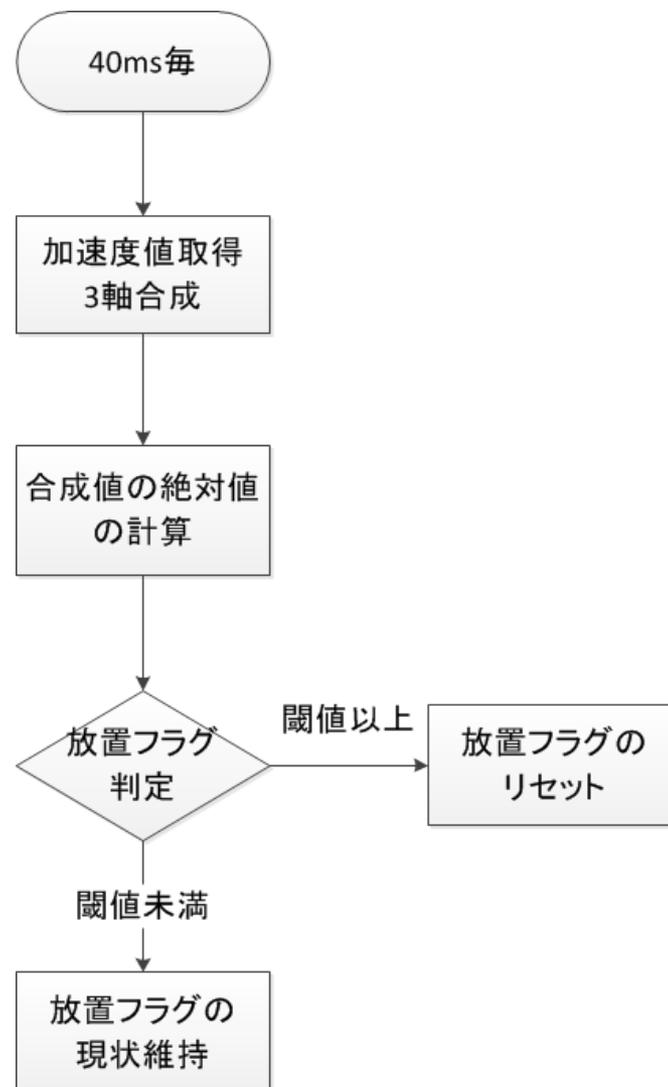


電車乗車中

40ms毎のセンサ取得処理

▶ 保持判定の処理

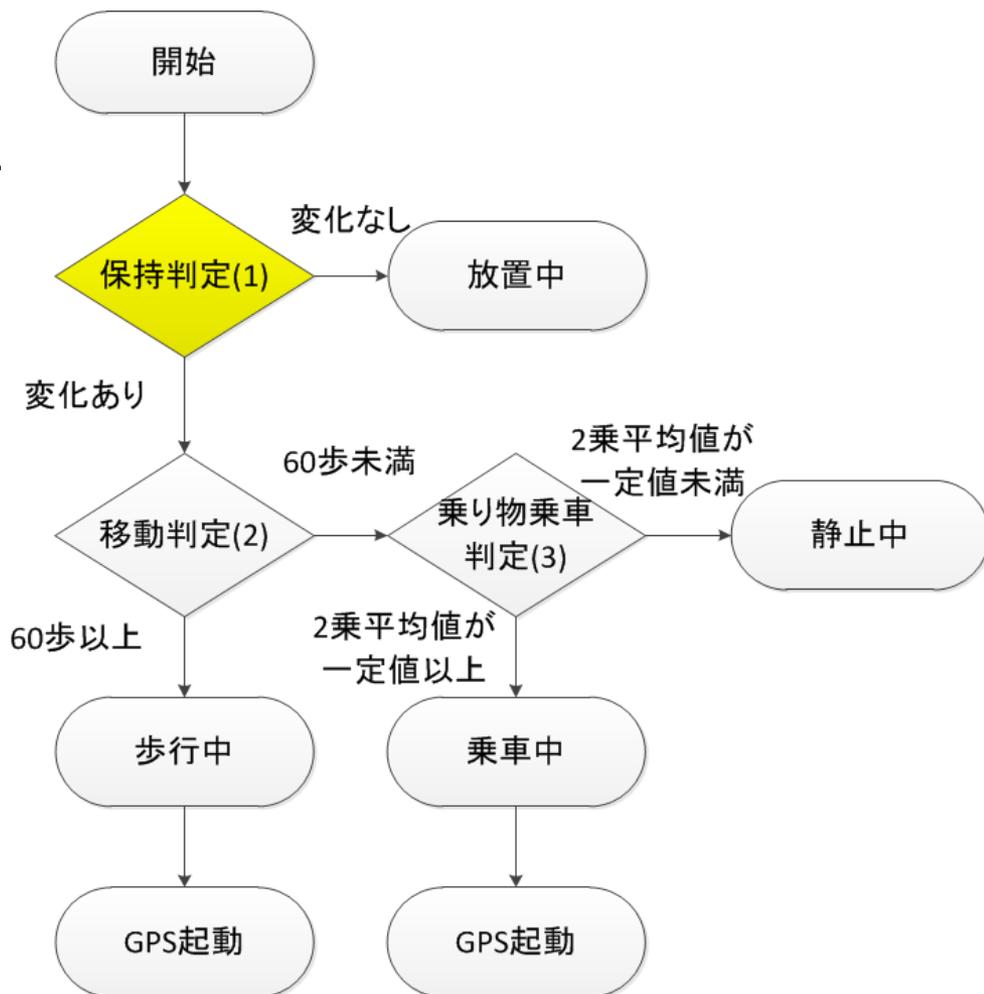
- 加速度取得後, X軸, Y軸, Z軸の3軸合成
- 合成値の絶対値を計算
- 放置フラグ判定
 - 絶対値が閾値未満の場合
⇒ 放置フラグの現状維持
 - 絶対値が閾値以上の場合
⇒ 放置フラグのリセット



提案する行動判定(保持判定)

▶ スマートフォンの保持判定

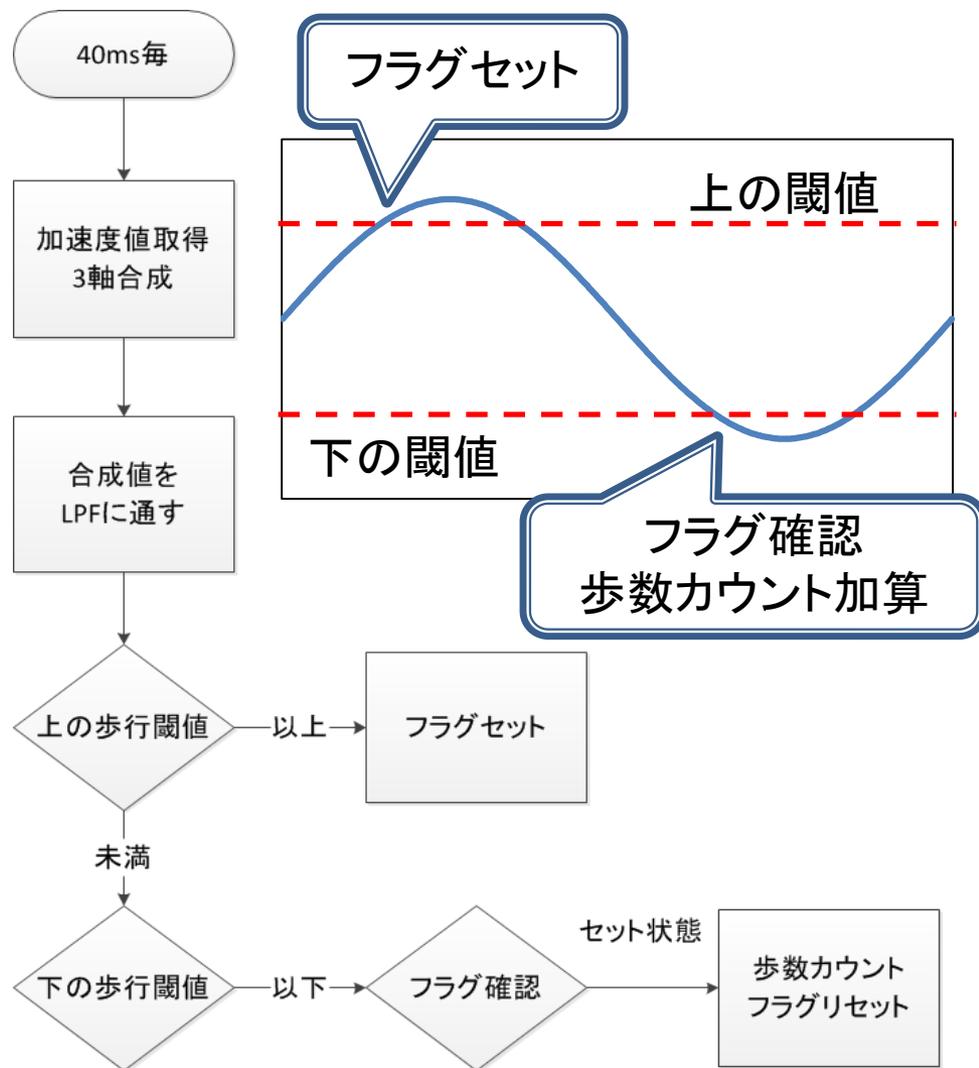
- 2分間スマートフォンの加速度に変化なし
⇒「放置中」
- 加速度に変化あり
⇒移動判定を行う
- **放置フラグをセット**



40ms毎のセンサ取得処理

歩数計の処理

- 加速度取得後, X軸, Y軸, Z軸の3軸合成
- 合成値をLPFに通す
- 上の閾値以上かどうかの確認
 - 閾値以上の場合⇒「フラグセット」
 - 閾値未満の場合⇒下の閾値と比較
- 下の閾値以下かどうかの確認
 - 閾値以下・フラグがセット状態の場合⇒歩数カウントを加算(フラグリセット)



LPF: ローパスフィルタ

40ms毎のセンサ取得処理

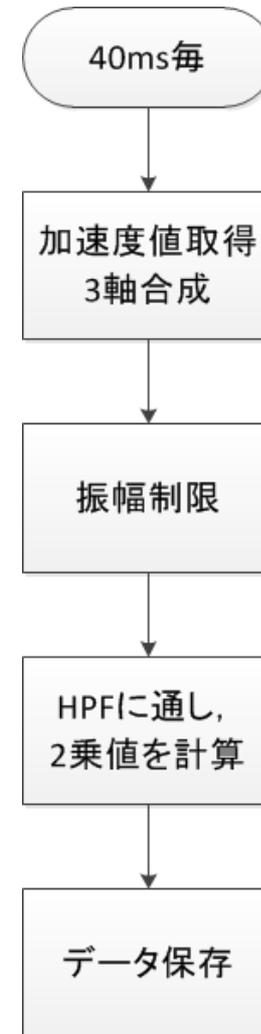
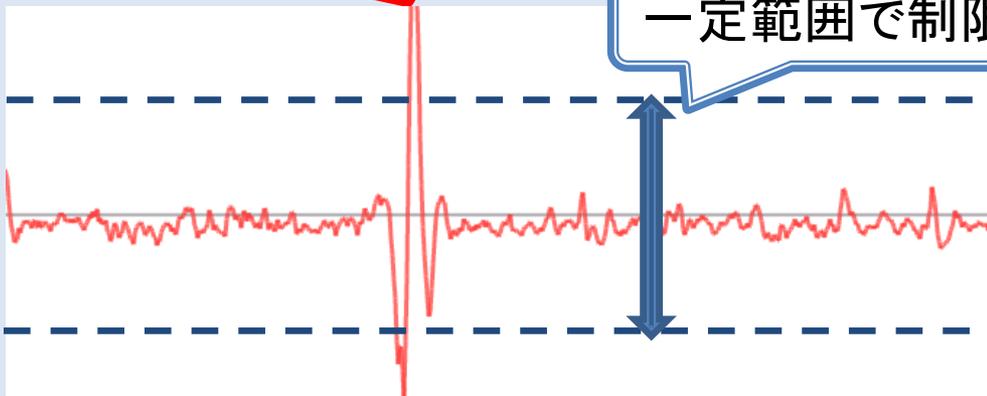
▶ 乗り物乗車判定の処理

- 加速度取得後, X軸, Y軸, Z軸の3軸合成
- 振幅制限
⇒ 誤判定の原因となる歩行時の加速度,

瞬間的な跳ね上がりを0にする

瞬間的な跳ね上がり

一定範囲で制限

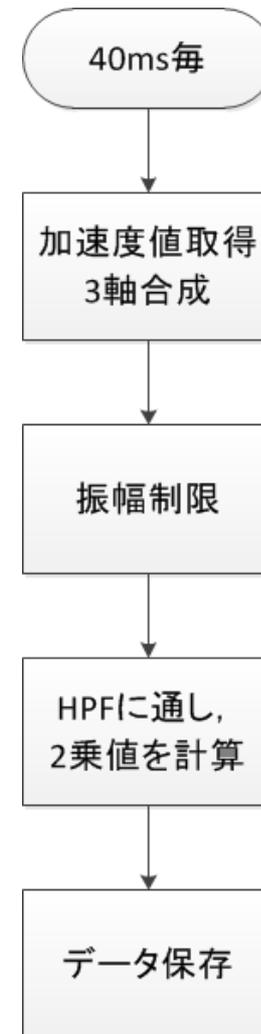


HPF: ハイパスフィルタ

40ms毎のセンサ取得処理

▶ 乗り物乗車判定の処理

- 加速度取得後, X軸, Y軸, Z軸の3軸合成
- 振幅制限
⇒誤判定の原因となる歩行時の加速度,
瞬間的な跳ね上がりを0にする
- HPFに通し, 2乗値の計算
⇒低周波の揺れを取り除き,
高周波ノイズを観測しやすくする
- データを保存

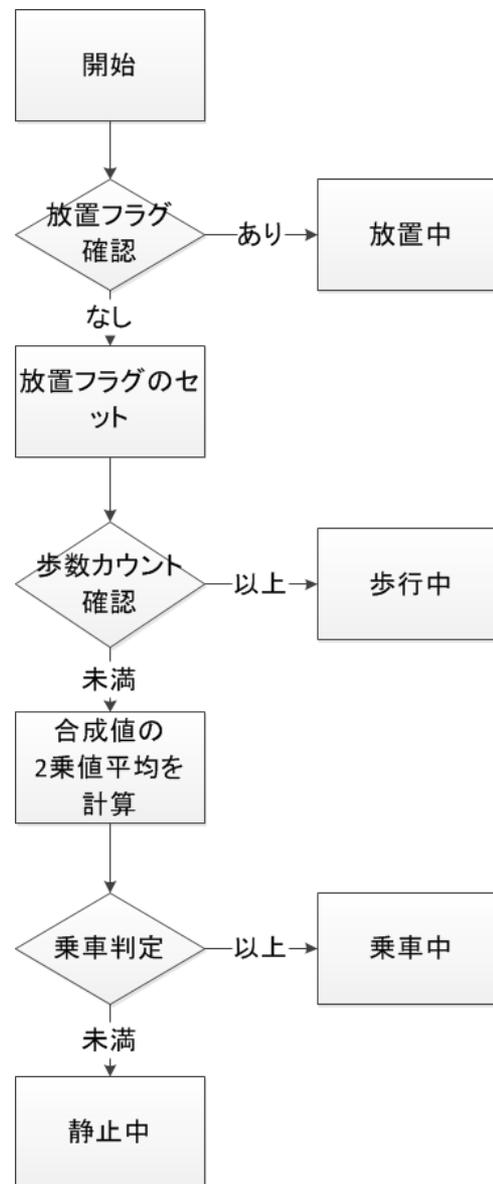


HPF: ハイパスフィルタ

提案する行動判定(詳細)

▶ 2分毎の処理

- 放置フラグの確認
 - ・ 放置フラグセット状態⇒「放置中」
 - ・ 放置フラグリセット状態⇒放置フラグをセットし, 歩数による移動判定
- 歩数による移動判定
 - ・ 毎分60歩以上⇒「歩行中」
 - ・ 60歩未満⇒加速度合成値の2乗平均値を計算し, 乗り物乗車判定
- 乗り物乗車判定
 - ・ 2乗平均値が一定値以上⇒「乗車中」
 - ・ 一定値未満⇒「静止中」



提案する行動判定

- ▶ 行動判定に利用するセンサ
 - 加速度センサ
- ▶ 判定する行動
 - 放置中
 - 歩行中
 - 乗り物乗車中
 - 静止中
- ▶ 必要に応じてCPUをサスペンド
 - 放置・静止時

行動判定フロー

- ▶ 2分毎に判定開始
 - スマートフォンの保持判定
 - 歩数による歩行判定
 - 加速度センサを用いた乗り物乗車判定

