

TLIFESにおける行動判定方式の提案

100430123 山田 凌大
渡邊研究室

1. はじめに

スマートフォンの急速な普及により、加速度センサ、方位センサ、GPS など、様々なセンサ機能を利用するアプリケーションが出現している。これらのセンサ情報を活用することにより、ユーザーの状態に合わせたサービスやユーザー個人のライフログの提供が可能になる。

我々はスマートフォンとモバイルネットワーク環境を利用することによりセンサ情報を共有し、高齢者や子供を含む住民全員が協力し合うことが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) を提案している [1]。

本稿では TLIFES において、センサ情報からユーザーの行動を判定する方式について提案する。

2. TLIFES

TLIFES はスマートフォンの通信機能とセンサ機能を活用し、住民全員が情報を共有できるシステムである。TLIFES ユーザ全員がスマートフォンを所持し、GPS や加速度センサなどを用いてセンサ情報を取得する。スマートフォンは取得したセンサ情報をユーザーの位置情報や行動情報として、定期的にインターネット上の管理サーバに送信し、データベースに蓄積する。管理サーバに蓄積された情報は、PC や携帯端末から許可された人であれば、閲覧可能である。過去の履歴からユーザーの異常を検出し、登録されているメールアドレスにアラームメールを配信する。

TLIFES では、ユーザー同士の見守り機能の他、ユーザー自身のライフログ、災害時の避難支援、地域コミュニティ活性化のための SNS (Social Networking Service) 機能の導入などを計画している。

3. 行動判定方式の提案

3.1 行動判定の内容

行動判定の判定結果は実現可能かつ有用性がある点を考慮し、以下の行動を判定結果として出力することとした。

「放置中」: スマートフォンが放置されている状態

「歩行中」: 歩行している状態

「電車乗車中」: 電車に乗車している状態

「乗り物乗車中」: 電車以外の乗り物に乗車している状態

「静止中」: 座っている、立っているなど静止している状態

3.2 センサ情報取得処理

TLIFES は歩数計機能が備わっており、歩数をカウントするために 40ms ごとに加速度センサの値を取得している。取得した加速度の値を 3 軸合成し、その合成値の雑音除去のためにバンドパスフィルタにかける。雑音除去後の合成値が歩行閾値を超えた場合は歩数を加算する。

また、3.3 で述べる乗り物乗車判定に用いるデータ生成のため、雑音除去前の合成値をハイパスフィルタにかける。ただし、センサ情報取得時にユーザーが歩行している場合、判定を誤る可能性があるため、雑音除去前の合成値の振幅を 0 に修正してハイパスフィルタにかける。これにより、センサ情報取得時に歩行中であっても判定結果に影響しない。ハイパスフィルタにかけた後は振幅の範囲を制限し、データを保存する。

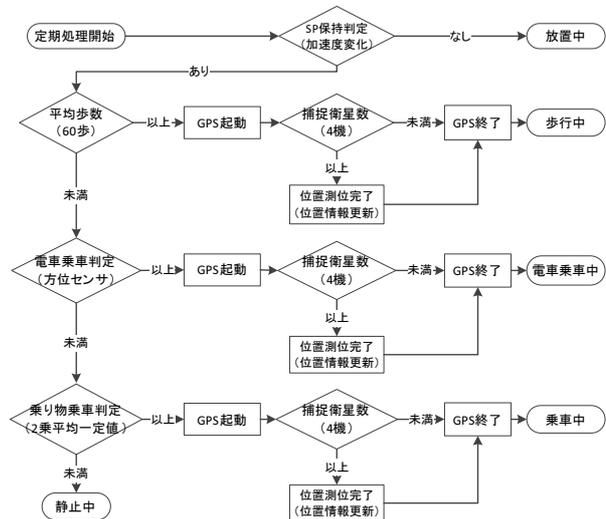


図 1: 行動判定のフローチャート

3.3 行動判定処理

行動判定の処理手順を図 1 に示す。この処理は 2 分ごとに実行される。

はじめにスマートフォンの保持判定を行う。2 分間に加速度センサの値に変化がない場合は「放置中」と判定され、変化がある場合は歩数を用いた歩行判定を行う。

歩行判定は、1 分間の平均歩数が 60 歩以上の場合には「歩行中」と判定し、GPS を起動する。60 歩未満の場合は、方位センサを用いた電車乗車判定を行う。

電車乗車判定は、電車のモータによる方位センサの反応を利用する。方位センサの値の差分が一定値以上である場合は「電車乗車中」と判定し GPS を起動する。一定値未満の場合は、乗り物乗車判定を行う。

乗り物乗車中は連続的に高周波ノイズを検出するため、3.2 で述べたデータの 2 乗平均値が一定値以上である場合は「乗り物乗車中」と判定し GPS を起動する。一定値未満の場合は「静止中」と判定する。

3.4 捕捉衛星数を用いた GPS 制御

GPS の長時間起動は消費電力が大きく、スマートフォンの稼働時間に影響するため GPS 起動後、SNR (信号対雑音比) と捕捉衛星数が一定値未満の場合、正確な位置測位が行えないため即座に GPS を終了する。一定値以上の場合には位置測位完了まで GPS を起動し、位置情報を更新する。

4. まとめ

本稿では、TLIFES における行動判定方式を提案した。今後は実装を行い、行動結果の認識率について調査を行う。

参考文献

- [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 CDS トランザクション, Vol.3, No.3, pp.1-10, Jul.2013.

TLIFESにおける 行動判定方式の提案

名城大学 理工学部情報工学科
渡邊研究室
100430123 山田凌大

研究背景

- ▶ スマートフォンの普及
 - 加速度センサ、GPSなど多くの機能を搭載
- ▶ 少子高齢化、核家族化
 - 独り暮らしの高齢者増加
 - 高齢者の徘徊行動



統合生活支援システムTLIFESを提案

TLIFES

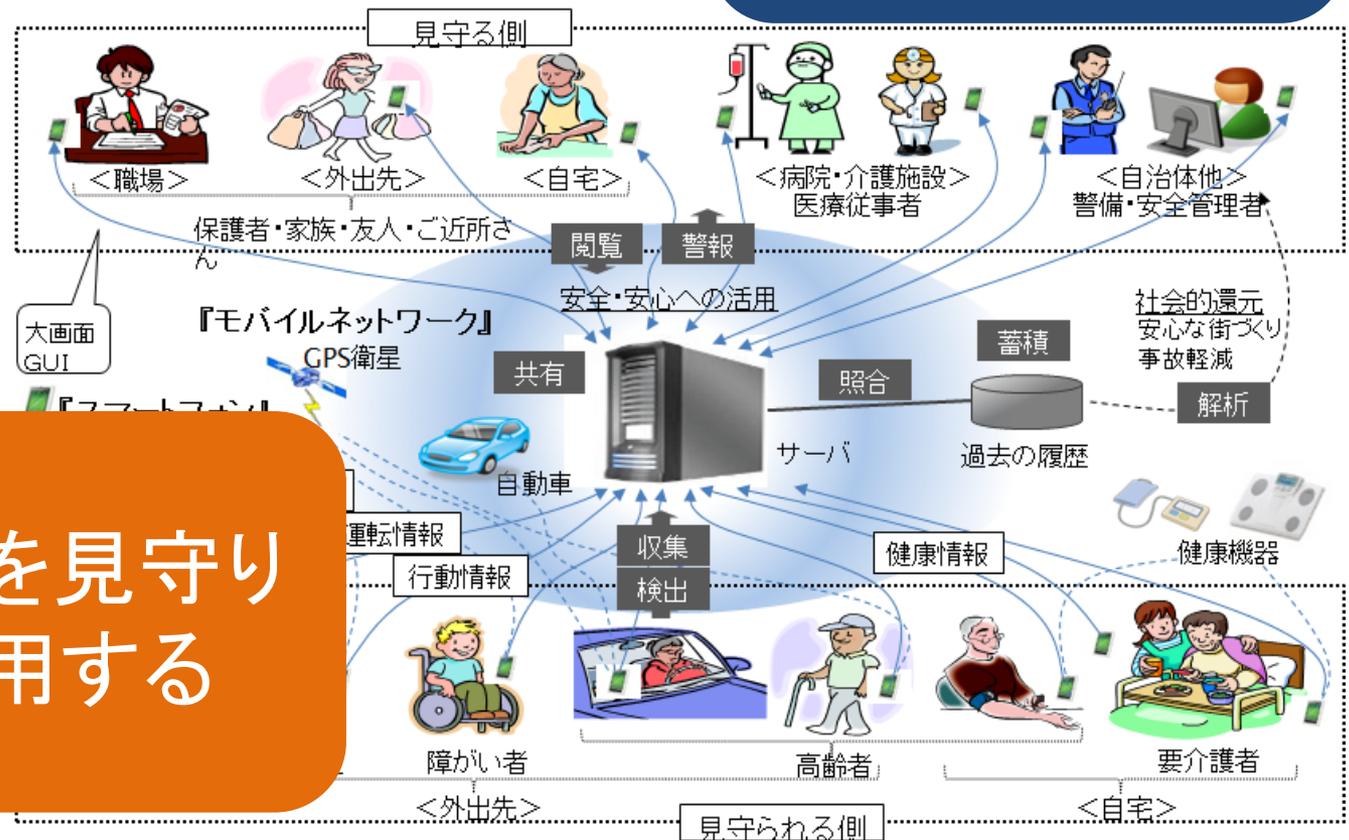
- ▶ ユーザはスマートフォンを所持

- ・見守り
- ・ライフログ
- ・災害時の避難支援
- ・SNS

位置情報

行動情報

行動判定を見守り
機能に利用する



研究目的

- ▶ 現状のTLIFES行動判定の見直し
 - 消費電力など課題の調査
- ▶ 行動判定方式の提案
 - 現状の課題解決
 - 実現可能かつ有用性を考慮した行動判定

既存技術

- ▶ スマートフォンを用いた生活行動認識
 - 歩行、静止、作業を判定
 - マイクで皿洗い、ドライヤー、歯磨きなど室内を詳細に判定
 - 事前に音声を学習させる必要がある
- ▶ Moves (Android, iOSアプリケーション)
 - 歩行、乗り物、静止を判定
 - 個人で楽しむ用途で、消費電力がとても大きい

現状のTLIFES行動判定

- ▶ 行動判定に利用するセンサ
 - GPS、加速度センサ、Wi-Fi
- ▶ 判定する行動
 - 放置中
 - 停滞中
 - 歩行中
 - 歩行停滞中
 - 歩行移動中
 - 低速移動中
 - 高速移動中

現状のTLIFES行動判定(処理1)

- ▶ スマートフォン保持判定
 - 加速度センサを利用
 - 2分間、加速度に変化がない⇒「放置中」

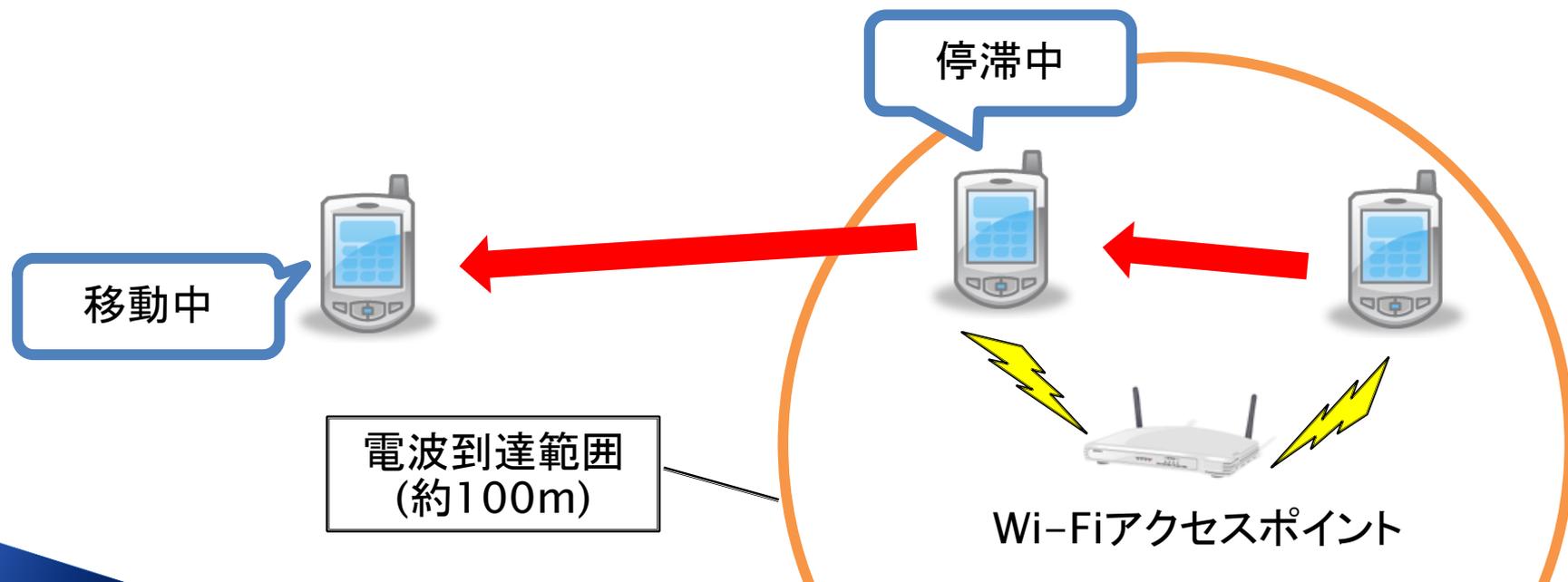


放置中



現状のTLIFES行動判定(処理2)

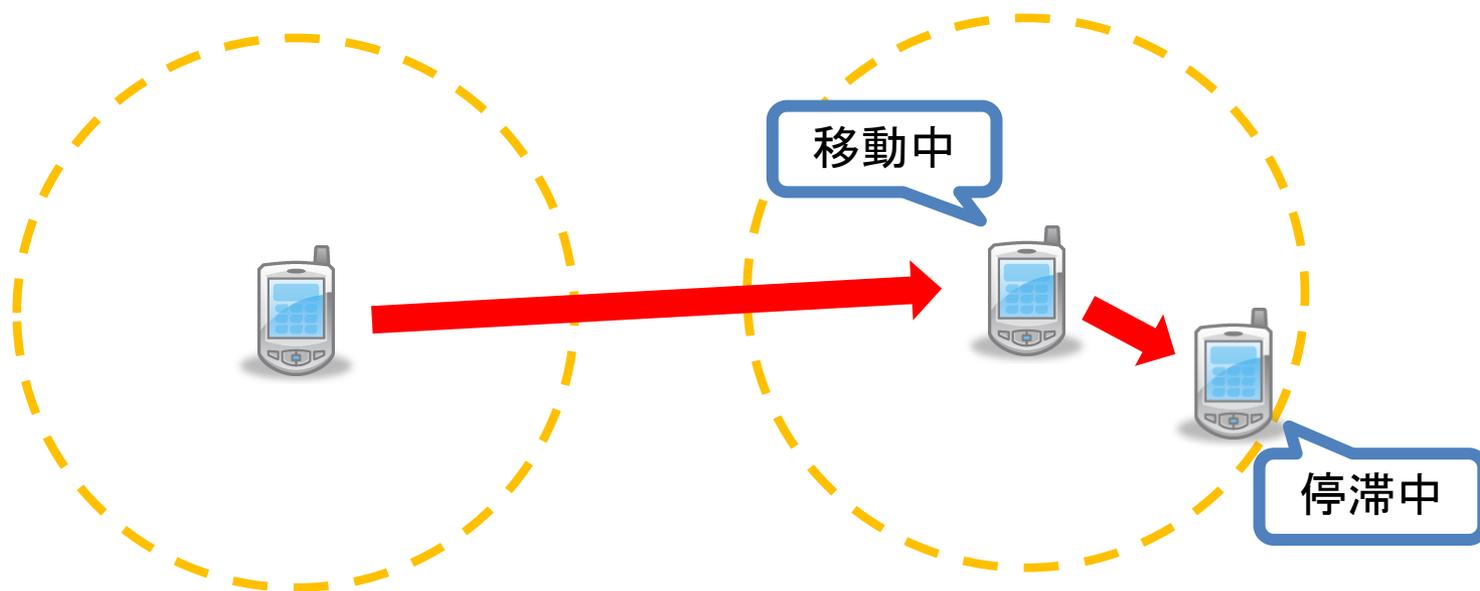
- ▶ Wi-FiのBSSIDを用いた移動・停滞判定
 - 前回取得のBSSIDと一致⇒大きく移動していない⇒「停滞中」
 - 前回取得のBSSIDと不一致⇒「移動中」
 - 消費電力が大きいGPSの無駄な起動を抑える目的を兼ねる



現状のTLIFES行動判定(処理3)

▶ GPSによる移動判定

- 移動距離が一定以上⇒「移動中」
- 速度・歩数から「高速移動中」「低速移動中」「歩行移動中」
 - ・ 速度 = 移動距離 / 経過時間
- 一定未満⇒「停滞中」



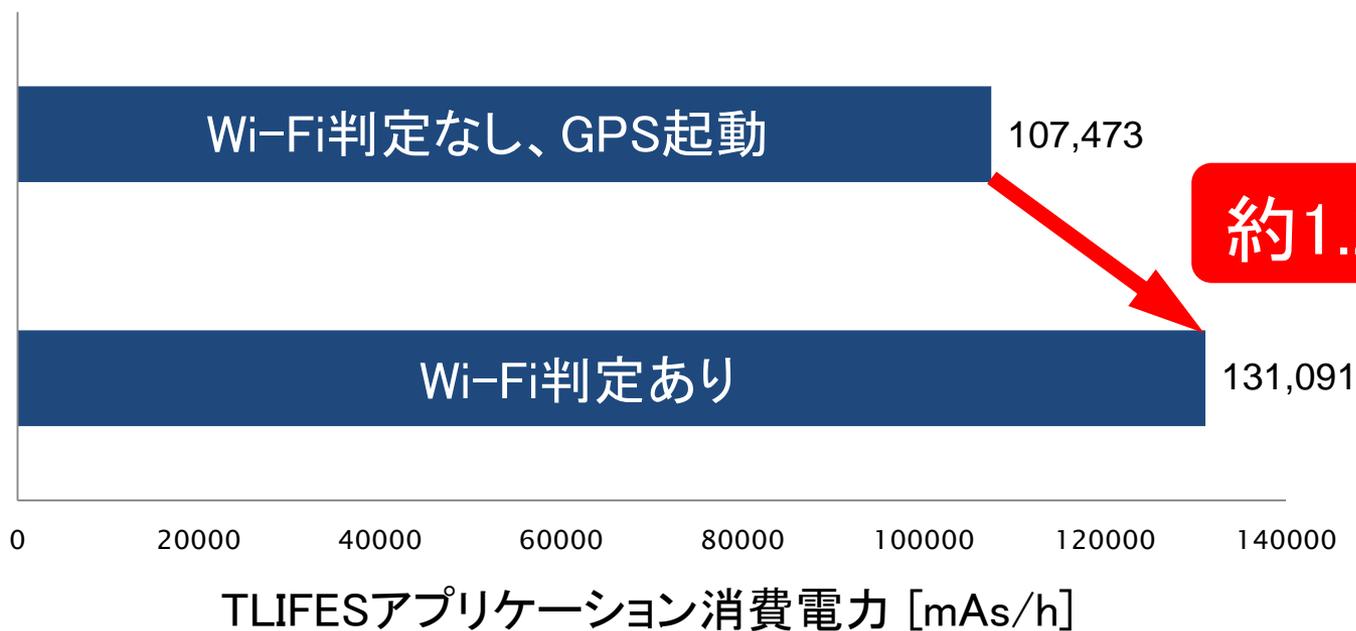
現状のTLIFES行動判定(課題1)

- ▶ GPSによる移動判定
 - 乗り物乗車時など、GPS位置測位が行えない場所が多い
 - 位置情報は移動判定に適さない



現状のTLIFES行動判定(課題2)

- ▶ Wi-FiのBSSIDを用いた移動・停滞判定
 - 機種依存性
 - 消費電力が大きい
 - ・ 省電力の大きな効果がなかった

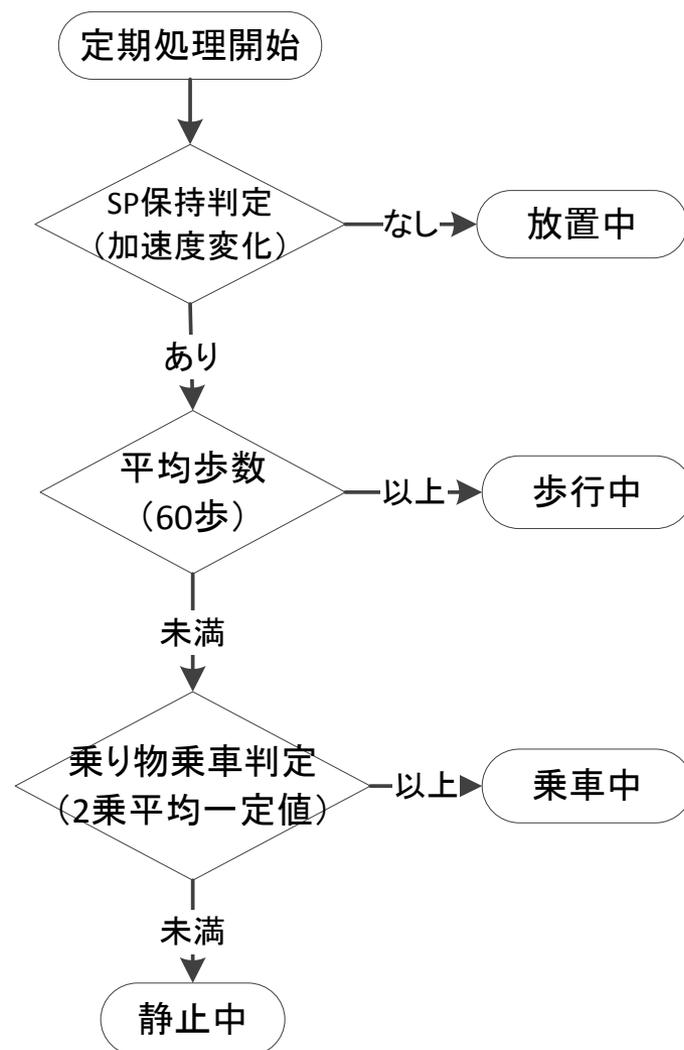


提案する行動判定

- ▶ 行動判定に利用するセンサ
 - 加速度センサ、(GPSは位置測位のみに利用)
- ▶ 判定する行動
 - 放置中
 - 歩行中
 - 乗り物乗車中
 - 静止中

提案する行動判定(内容)

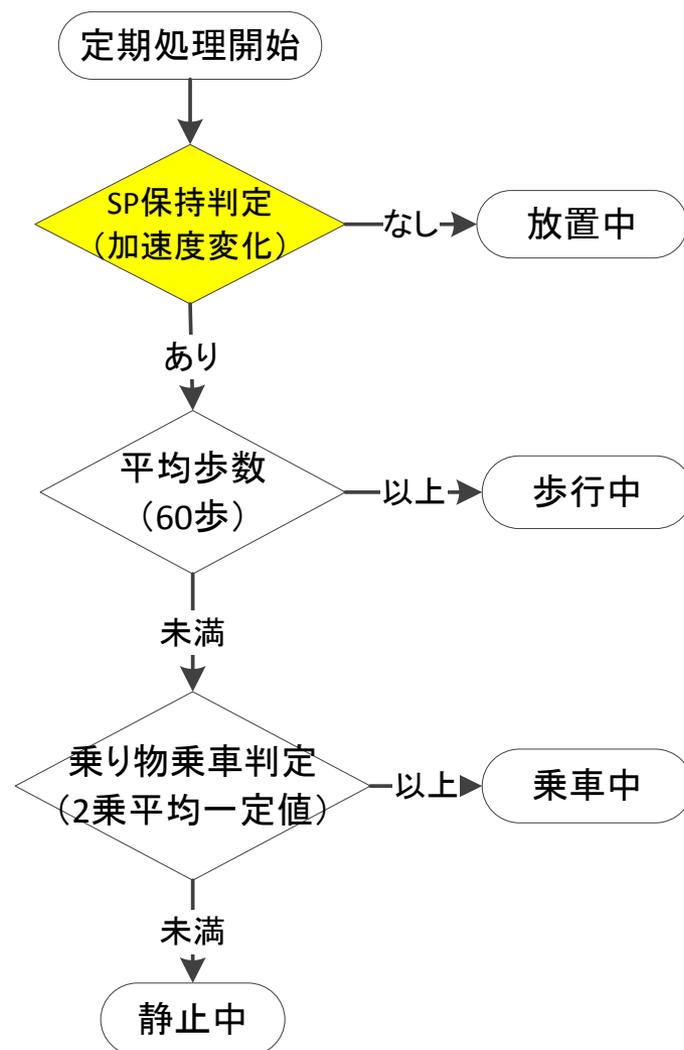
- ▶ 2分ごとに開始
 - 処理1:スマートフォン保持判定
 - 処理2:歩数を用いた判定
 - 処理3:乗り物乗車判定



提案する行動判定(処理1)

▶ スマートフォン保持判定

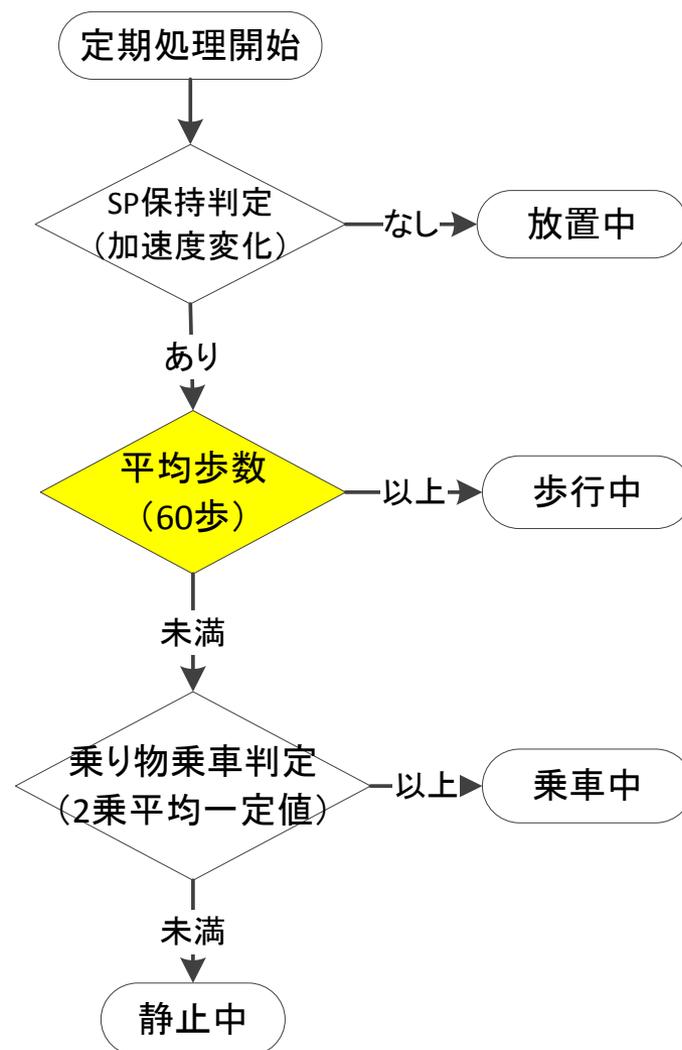
- 現状と同じ
- 2分間加速度に変化なし
⇒「放置中」
- 加速度に変化あり
⇒歩数を用いた判定



提案する行動判定(処理2)

▶ 歩数を用いた判定

- 毎分60歩以上
⇒「歩行中」
- 毎分60歩未満
⇒ 乗り物乗車判定



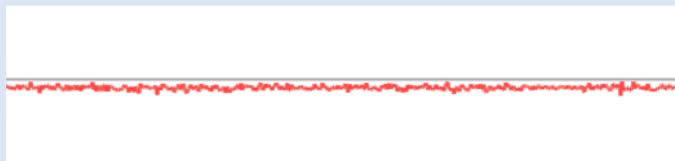
提案する行動判定(処理3)

▶ 乗り物乗車判定

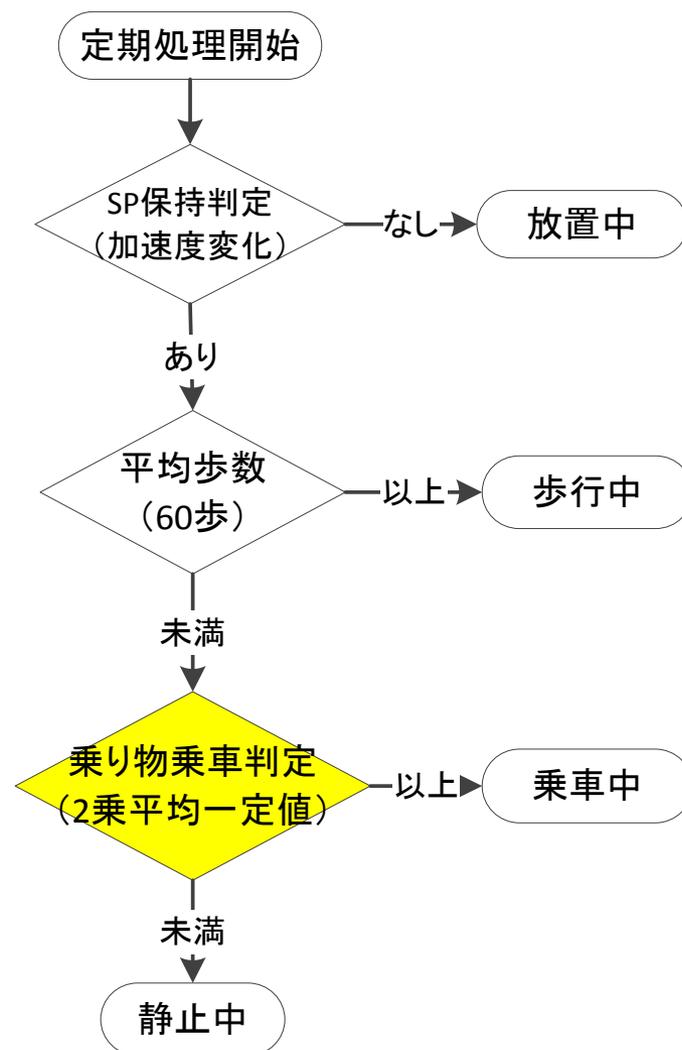
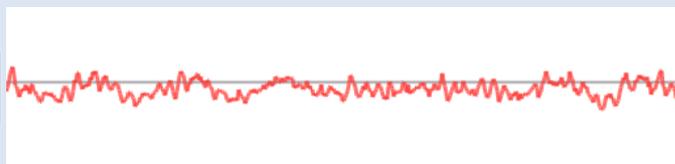
- 加速度データを使用
- 乗り物乗車時に連続検出する高周波ノイズを利用

加速度合成値の波形

放置中

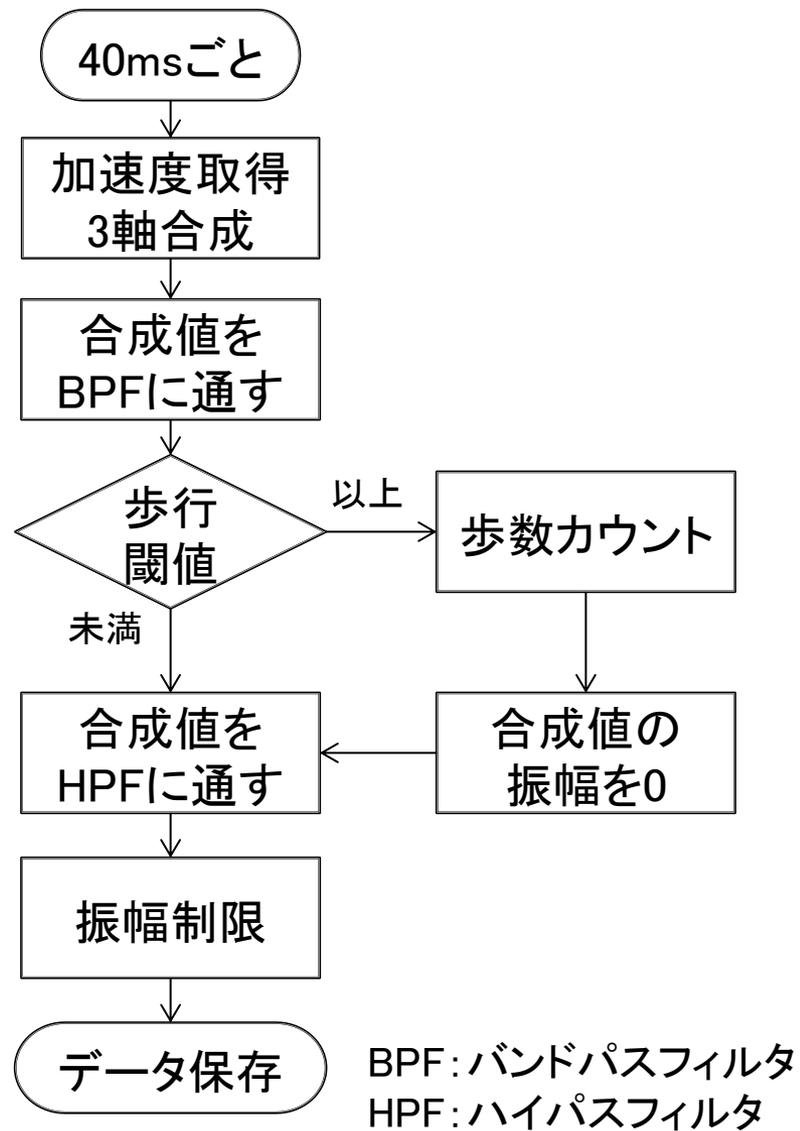


乗り物乗車



40msごとのセンサ取得処理

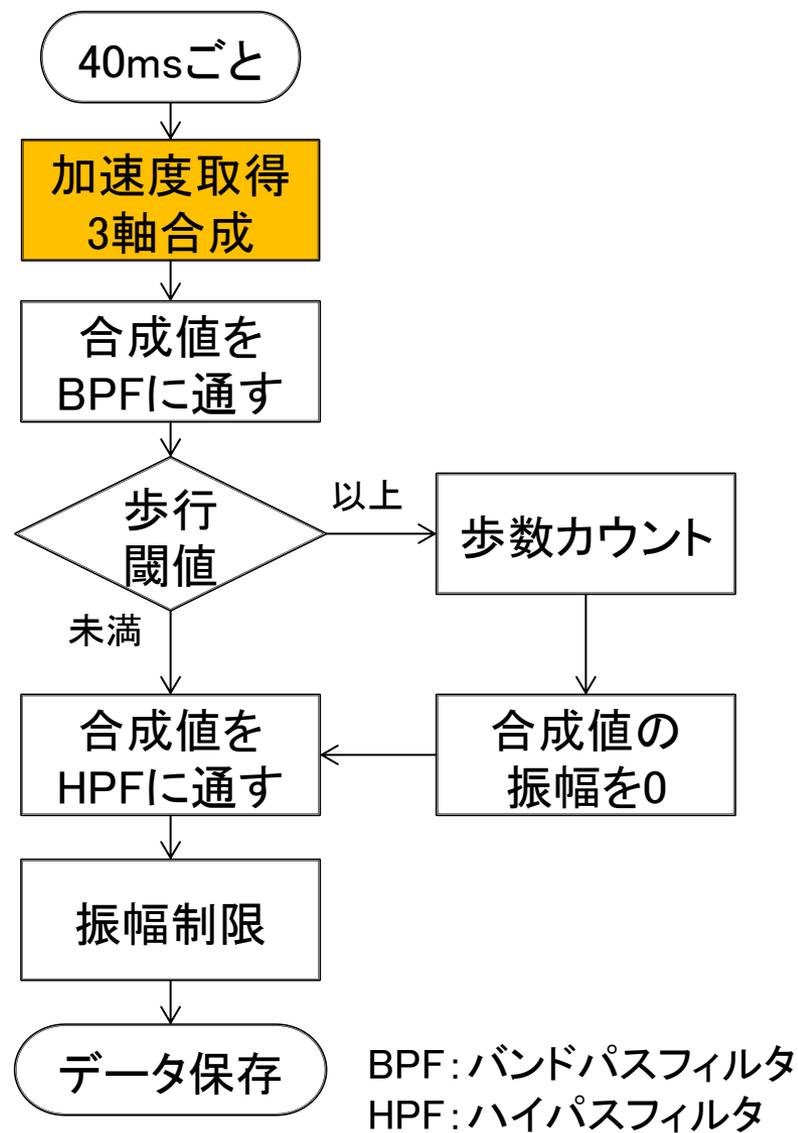
- ▶ 加速度データの生成
 - 40msごとに加速度取得
 - 歩数カウントに処理を追加



40msごとのセンサ取得処理

▶ 加速度の取得

- 加速度センサから情報取得
- 3軸合成し、合成値にする

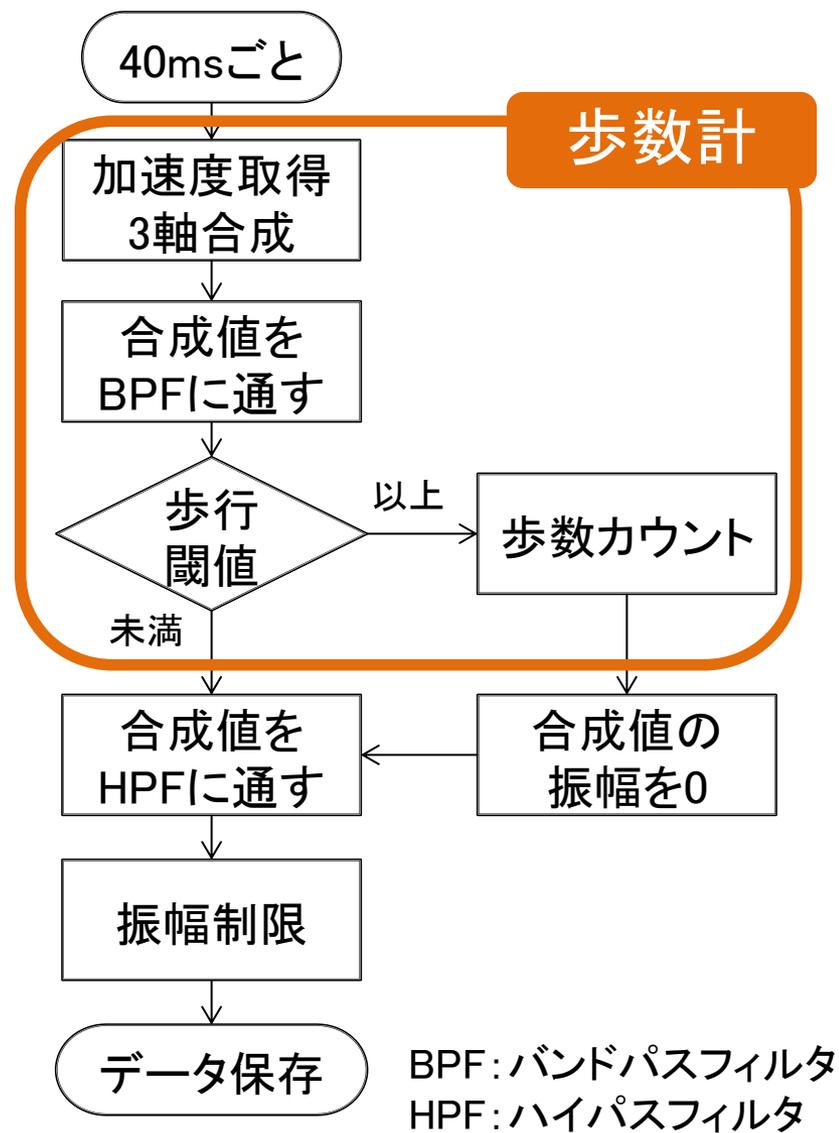


$$\text{加速度合成値} = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

40msごとのセンサ取得処理

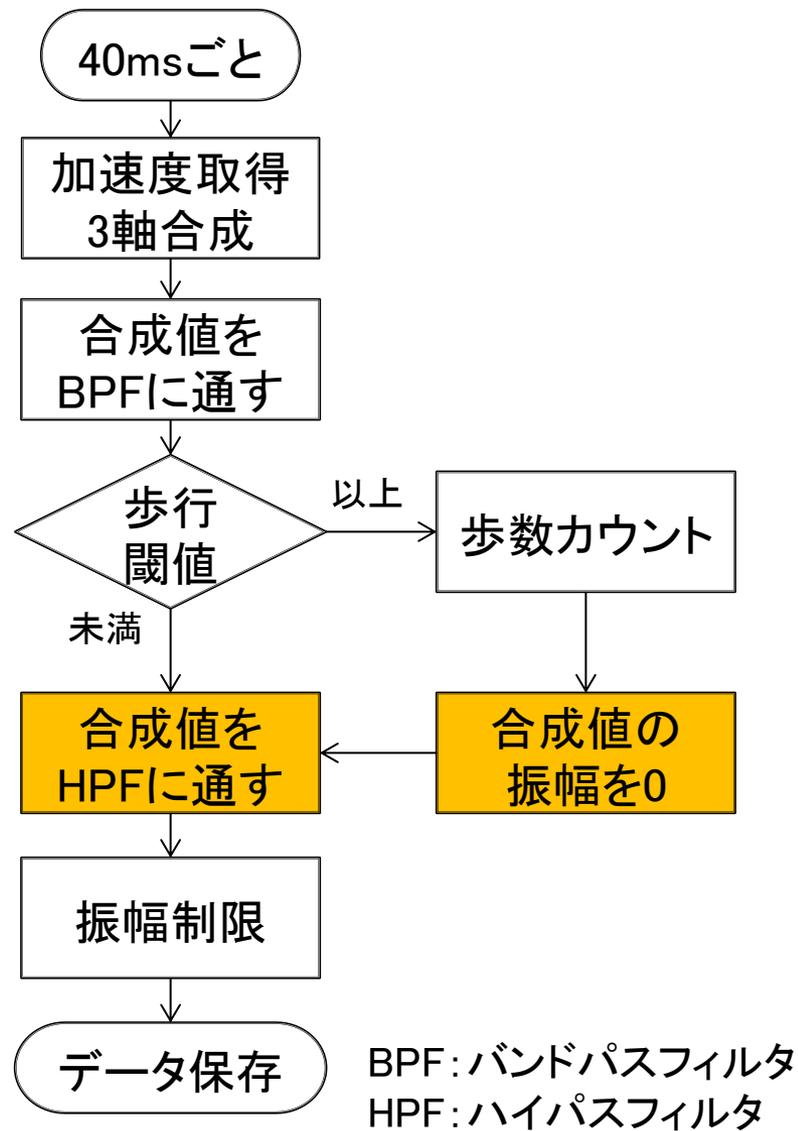
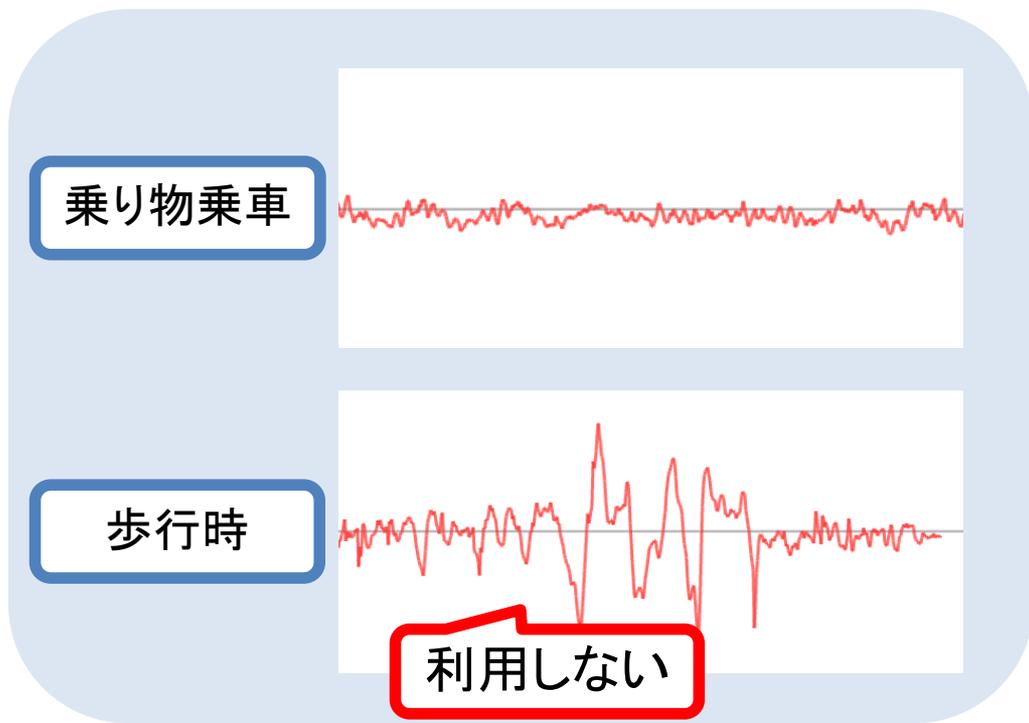
▶ 歩数計の処理

- 合成値をBPFに通す
- 歩行閾値以上⇒歩数カウント



40msごとのセンサ取得処理

- ▶ 合成値をHPFに通す
 - 低周波の揺れを取り除くため
 - 歩行時の合成値は利用しない



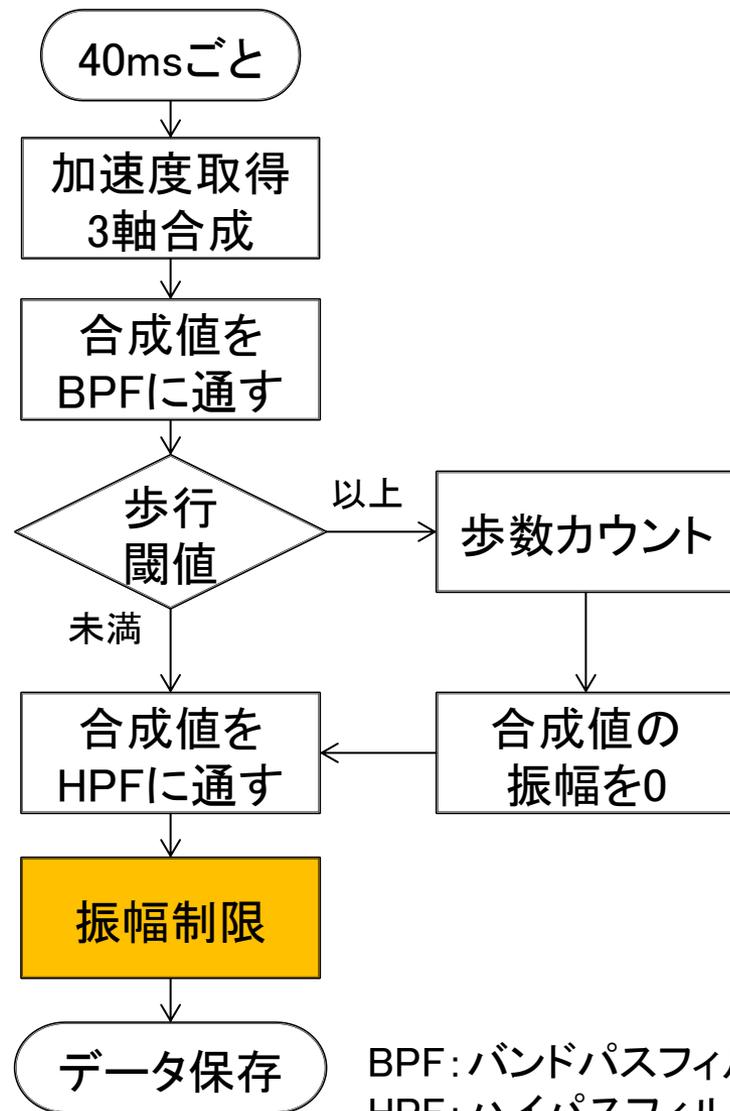
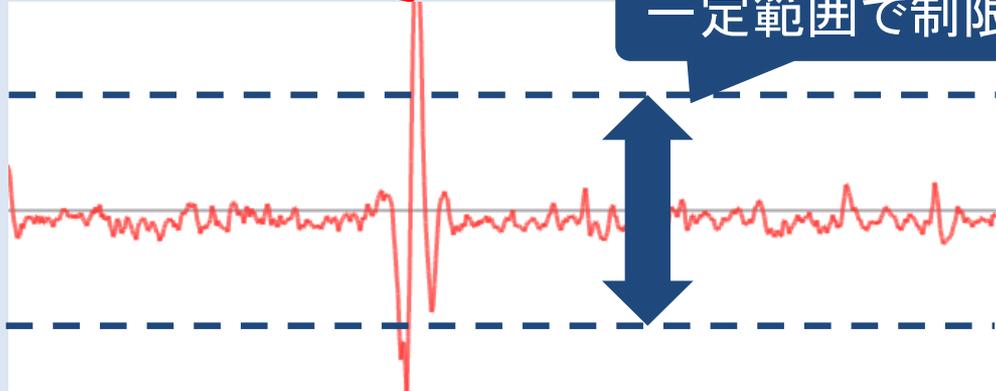
40msごとのセンサ取得処理

▶ 振幅の制限

- 加速度の瞬間的跳ね上がり
- 誤判定の原因となるため
- 振幅を一定範囲で制限する

瞬間的な跳ね上がり

一定範囲で制限

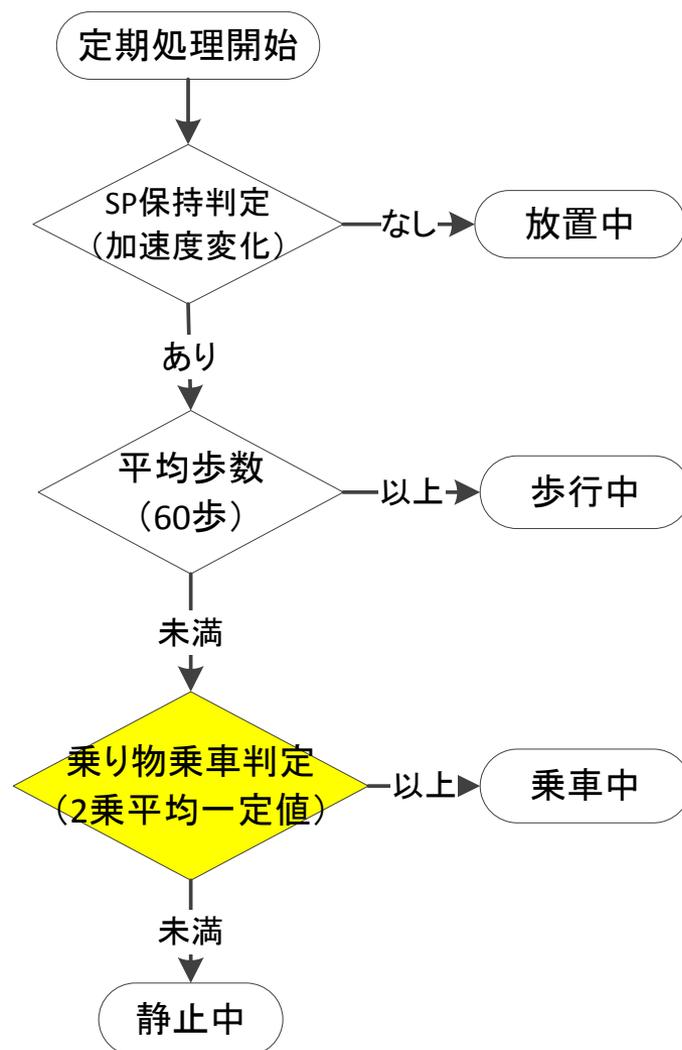


BPF: バンドパスフィルタ
HPF: ハイパスフィルタ

提案する行動判定(処理3)

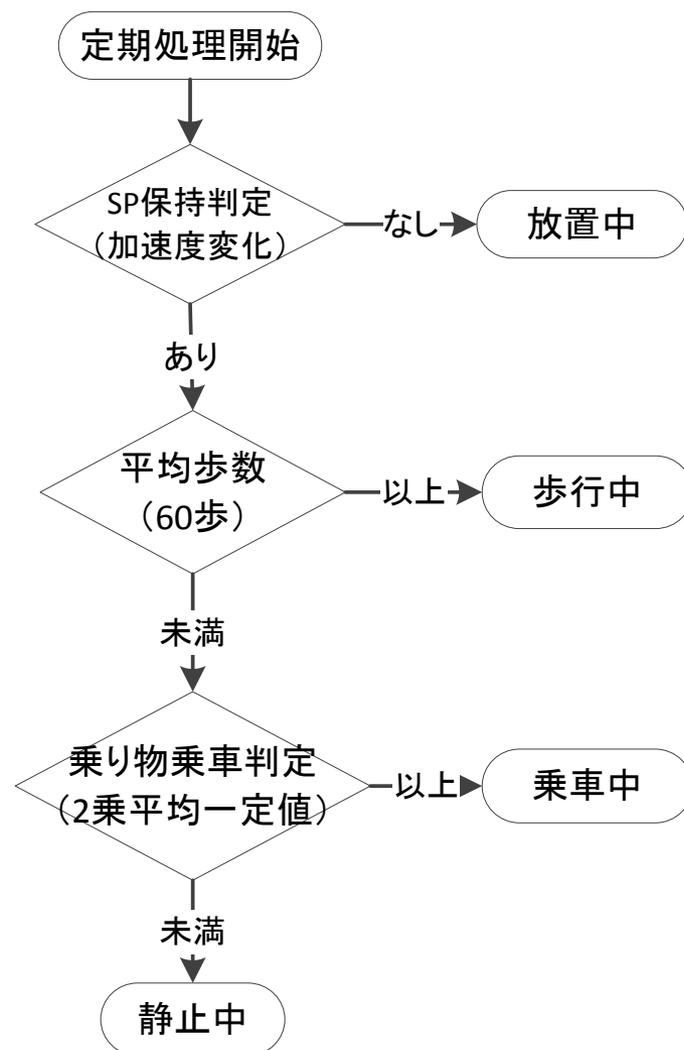
▶ 乗り物乗車判定

- 加速度データを使用
- 車・バス乗車時に連続検出する高周波ノイズを利用
- 加速度データの2乗平均が一定値以上⇒「乗り物乗車中」
- 一定値未満⇒「静止中」



提案する行動判定(特徴)

- ▶ 加速度センサを利用
 - 判定にWi-Fi、GPSを使わない
- ▶ 乗り物乗車判定を行う
 - 位置情報を判定に利用しない
 - GPSはユーザ位置更新のみ



まとめ

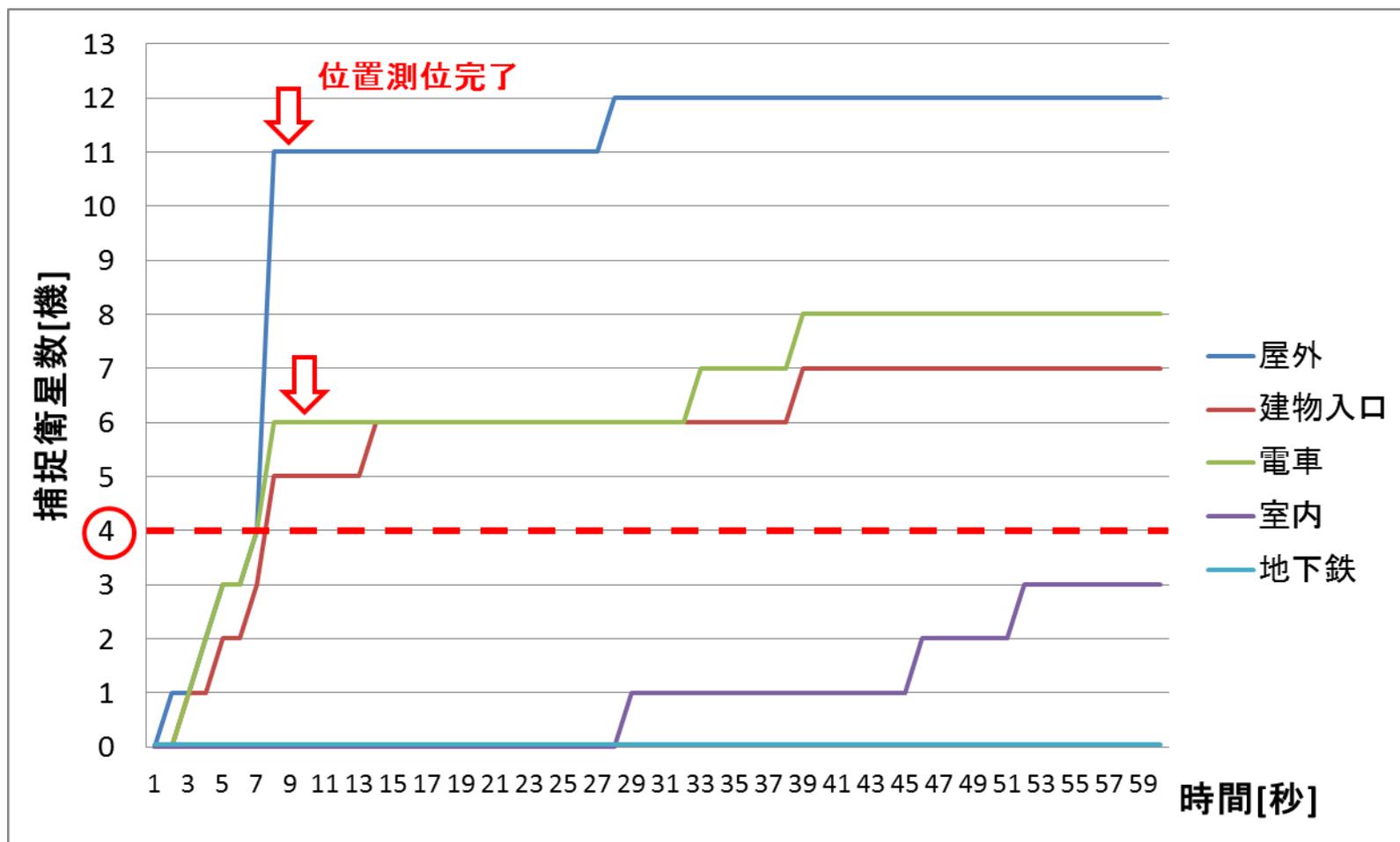
- ▶ 現状の行動判定方式の課題
 - Wi-Fi移動停滞判定の消費電力が大きい
 - GPS移動判定の誤判定
- ▶ TLIFESにおける新しい行動判定方式を提案
 - 放置中、歩行中、乗り物乗車中、静止中
- ▶ 今後の方針
 - 提案内容の実装
 - 行動判定の認識率の調査

補足資料

- ▶ 以下スライドは補足資料

捕捉衛星数を用いたGPS制御

- ▶ GPSを起動し、捕捉衛星数をカウント
- ▶ 一定時間後、4機未満ならすぐに測位停止



消費電力の測定(1/2)

▶ 測定に用いるもの

- スマートフォン (Samsung Galaxy Nexus)
 - ・ TLIFESアプリを起動
- Androidアプリ「CORE Power Profiler」
 - ・ 消費電力を測定するアプリケーション
 - ・ アプリ単位やハード単位で測定可能

消費電力の測定(2/2)

- ▶ Wi-Fiを用いた移動停滞判定の消費電力
 - 消費電力測定アプリ「CORE Power Profiler(※)」を使用
 - 3時間測定し1時間ごとの平均で比較
 - 室内で停滞、行動結果は「停滞中」

	Wi-Fi	最終判定	TLIFESアプリ 消費電力
①	設定オフ	GPS移動停滞	107,473
②	APなし	GPS移動停滞	109,423
③	APあり	Wi-Fi移動停滞	131,091

Wi-Fiの移動停滞判定は
約1.2倍の消費電力

単位:mAs/h

(※)<http://www.core.co.jp/product/smartdevice/outline/corepowerprofiler.html>