

スマートウォッチによる行動判定方式の改善と評価

120430018 大西 佑弥

渡邊研究室

1. はじめに

近年、少子高齢化や核家族化の進行により高齢者の孤立や徘徊行動が問題視されている。そこで、我々は、スマートフォンに搭載されている各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ーの行動状態などの情報を共有することにより、誰もが安心して生活できる社会を作るための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。TLIFESはスマートフォンを対象に検討が進められていたが、近年普及してきているスマートウォッチでも利用できると有用である。しかし、スマートフォン用に開発したアルゴリズムをスマートウォッチで利用した場合、腕の揺れが行動判定に含まれてしまうため誤判定が多く発生する。そこで、本稿ではスマートウォッチで利用できるアルゴリズムを提案する。

2. TLIFESの行動判定方式と課題点

スマートフォンの加速度センサは消費電力が小さく、場所に依存せず情報取得できるという特徴があるので、TLIFESでは現状加速度センサのみを利用し、行動判定を行っている。判定結果は実用性を考慮し、放置中、歩行中、乗車中、静止中の4つのみを出力する。

- (1) 端末の保持判定
加速度センサを用いて2分間の加速度値を取得し、加速度値に全く変化がない場合は放置中と判定する。
- (2) 歩数判定
歩数をカウントし、1分間に60歩以上の場合は歩行中と判定し、60歩未満の場合は乗車判定に進む。
- (3) 乗車判定
加速度センサの情報を0軸中心に振動させる軸調節の処理、車やバスなどに乗車しているときの揺れを残す処理、突発的な振動を除去する振幅制限の処理を行い、処理後の加速度2乗平均値を算出し、閾値以上なら乗車中、閾値未満ならば静止中と判定する。

スマートウォッチにTLIFESを搭載して利用した結果、静止中のときに乗車中と誤判定されることが多くみられた。

3. 誤判定改善の提案

スマートウォッチではスマートフォンには観測されない腕特有の振動が加速度に加わるため、加速度2乗平均値が大きくなり、乗車判定の閾値を超えてしまうため静止中に乗車中と判定されることが多くなる。加速度センサにより取得したデータを周波数解析を行い、様々な動作における加速度センサの周波数成分を調査したところ、低い周波数帯で大きな値が得られた。これは腕特有の揺れであり、乗車中の揺れとは明らかに異なる成分である。この低周波を除去することでスマートフォン同様の判定ができる可能性がある。そこで、乗車判定の振幅制限処理後に、腕特有の振動の周波数を除去するフィルタ処理のアルゴリズムを新たに追加することを提案する。

フィルタ処理の方法は、振幅制限処理まで行われた加速度データにフーリエ変換を行った後、低周波成分を0に置き換え逆フーリエ変換する。これにより、元の加速度デー

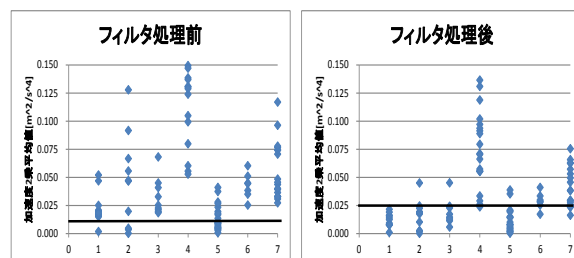


図1: フィルタ処理前後の加速度2乗平均値

タから低周波成分を取り除いた波形が得られる。ここで除去すべき適切な周波数を決定するため1.0Hzから0.5Hz刻みで3.0Hzまでの低周波成分の除去を行った。その結果、1.5Hz以下の周波数を除去すると静止中の動作と乗車中の判別が高い割合で識別できることがわかった。図1にフィルタ処理前後の加速度2乗平均値を示す。図1の左側がフィルタ処理前、右側が1.5Hz以下の周波数を除去後の結果である。横軸の1から3は静止中の動作(1タイピング、2腕ふり、3スマホいじり)を表し、4から7は乗り物に乗車中(4車、5地下鉄、6名鉄、7JR)を表している。縦軸が加速度2乗平均値を表し、複数のデータをグラフに載せた。スマートフォンでは乗車判定の閾値を0.01としていたが、スマートウォッチでは閾値を0.025に変更することとした。

4. 結果

静止中の判定の認識率がスマートフォンのアルゴリズムをそのまま利用した場合は約13%であったが提案するフィルタ処理後では約93%近くまで向上することができた。逆に、乗車判定では地下鉄を除いた場合これまではほぼ100%の認識率であったが約85%に低下した。地下鉄では走行中の揺れが小さく、停止時間が長く加速度2乗平均値の値が低いため、加速度センサによる判定は困難である。地下鉄の乗車判定は別の研究で検討が進められている地磁気センサを利用する方法で対応するのが適切と考えられる。

5. まとめ

本稿では、スマートウォッチで行動判定を行い、誤判定の改善のために乗車判定のアルゴリズムにフィルタ処理を追加し評価を行った。地磁気センサの利用などと組み合わせることにより、スマートフォンとアルゴリズムを統合できる可能性のあることがわかった。

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] 加藤 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.

スマートウォッチによる 行動判定方式の改善と評価

理工学部 情報工学科 渡邊研究室
120430018 大西 佑弥

研究背景

- ▶ 少子高齢化，核家族化の進行
 - 一人暮らしの高齢者が増加
 - 高齢者の徘徊行動が社会問題
- ▶ スマートフォンやモバイルネットワークが普及
 - GPSや加速度センサなど多くの機能を搭載

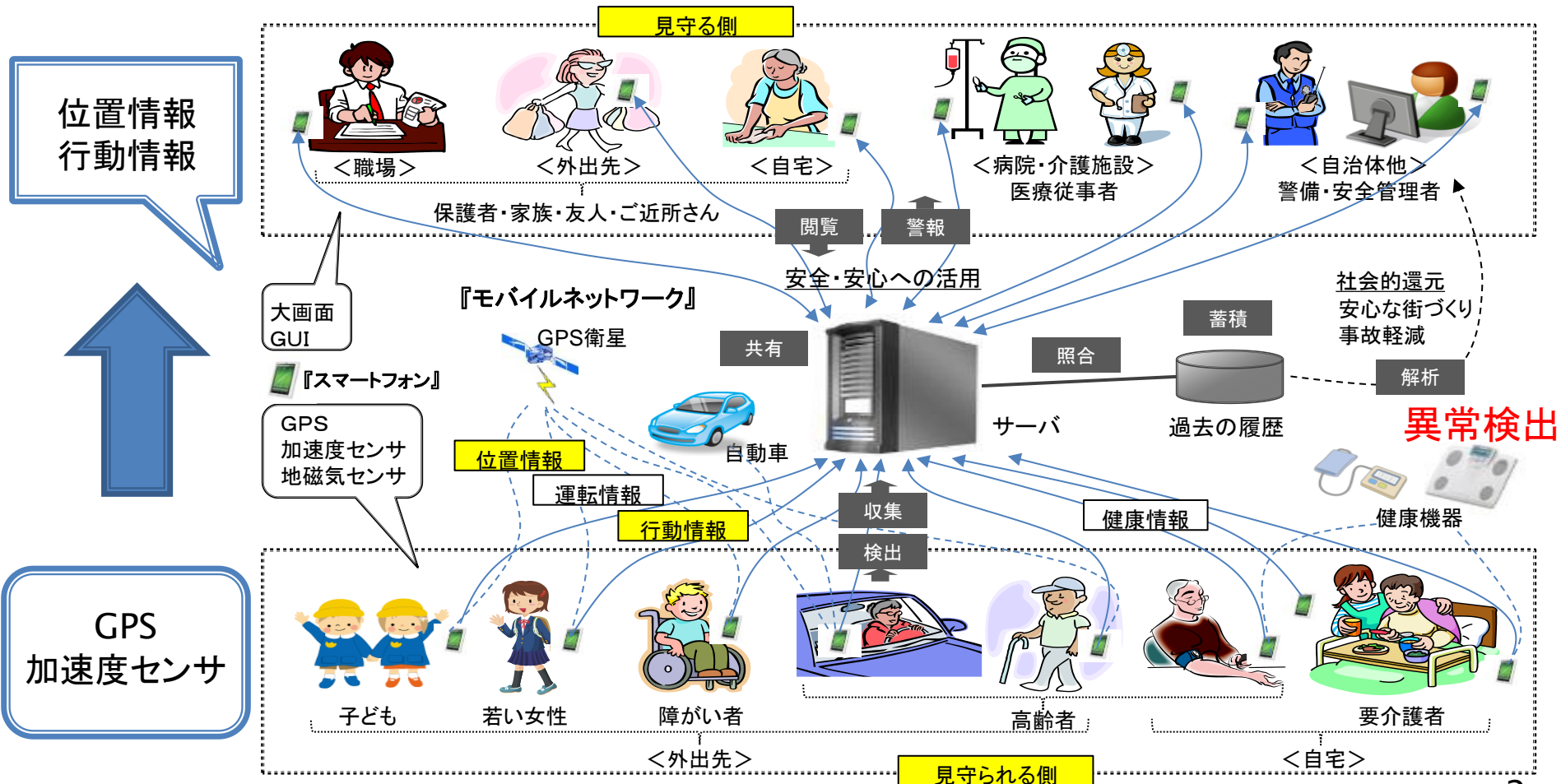


見守りシステムとして
TLIFESを提案



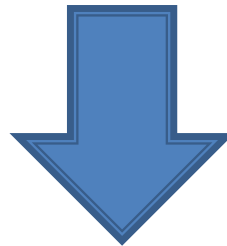
TLIFESの概要

前提: ユーザ全員がスマートフォンを所持



スマートウォッチでの利用の検討

- ▶ これまでスマートフォンで利用することを想定



- 高齢者のスマートフォン利用率は低い
- スマートウォッチなどウェアラブル端末が注目されており、腕に着けているだけで見守りが可能
→ スマートフォンより子供や高齢者の見守りに適している

スマートウォッチで利用できると有用

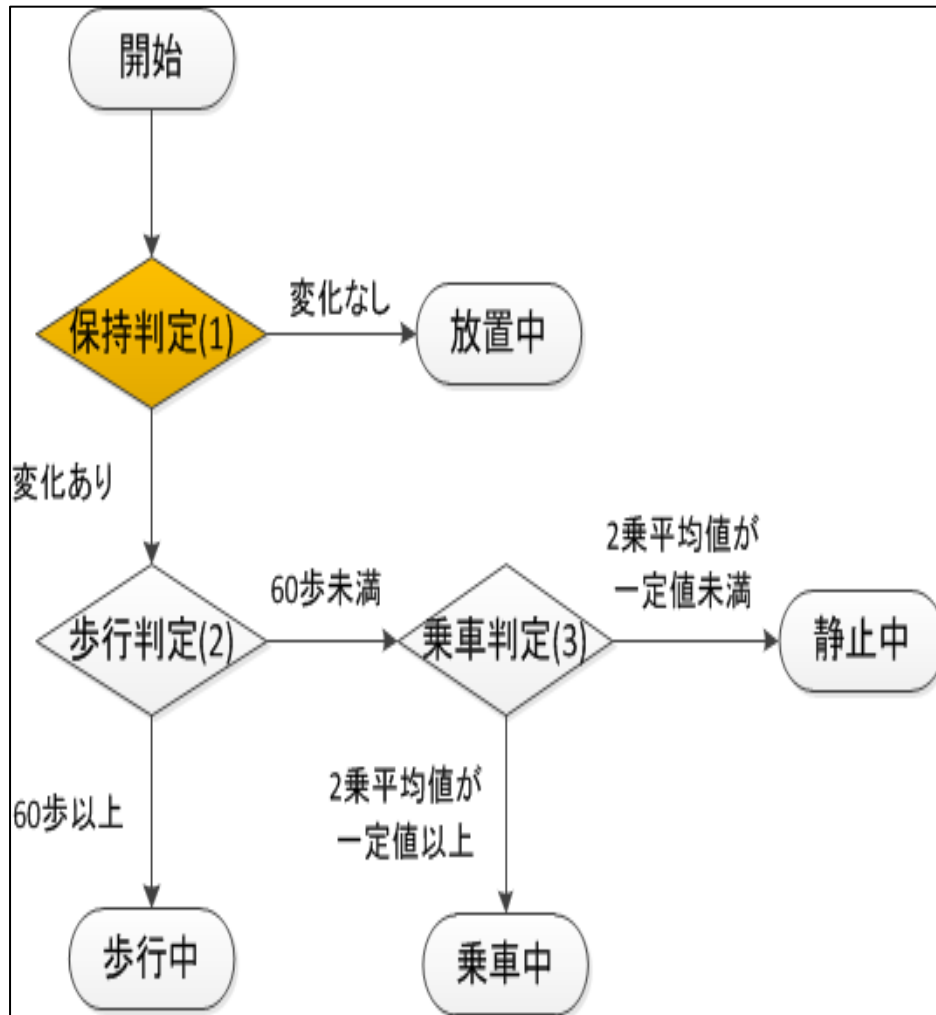
行動判定方式

- ▶ 判定する行動
 - 実用性を考慮し、「放置中」「歩行中」「乗車中」「静止中」の4つのみ

- ▶ 加速度センサのみを利用
 - 情報取得する時、場所に依存せず行動判定が可能
 - 消費電力が小さい

- ▶ 判定間隔
 - 20ミリ秒に1回加速度センサから情報を読み取り、行動判定は2分に1回行う

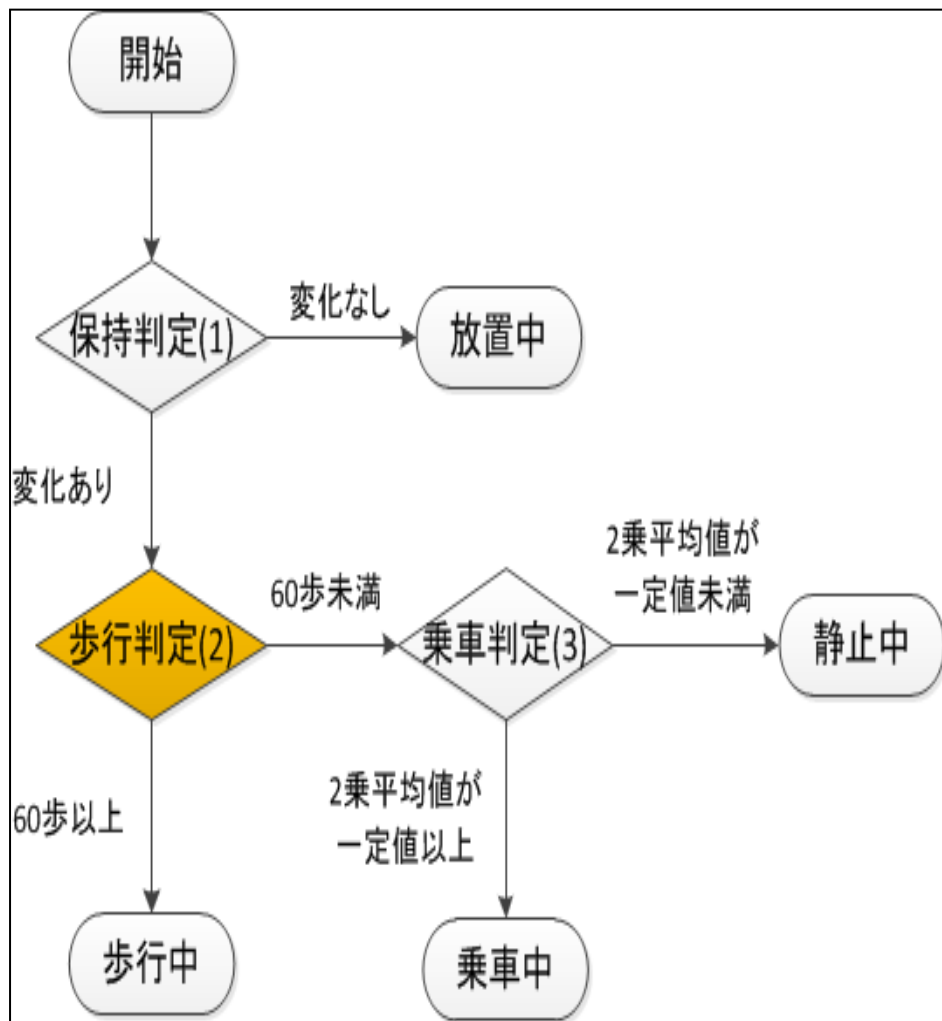
行動判定フローチャート1



保持判定(1)

- ▶ 加速度センサを利用し、2分間の加速度を測定
- 値に変化がない場合
→ **放置中**
- 値に変化がある場合
→ 歩行判定へ

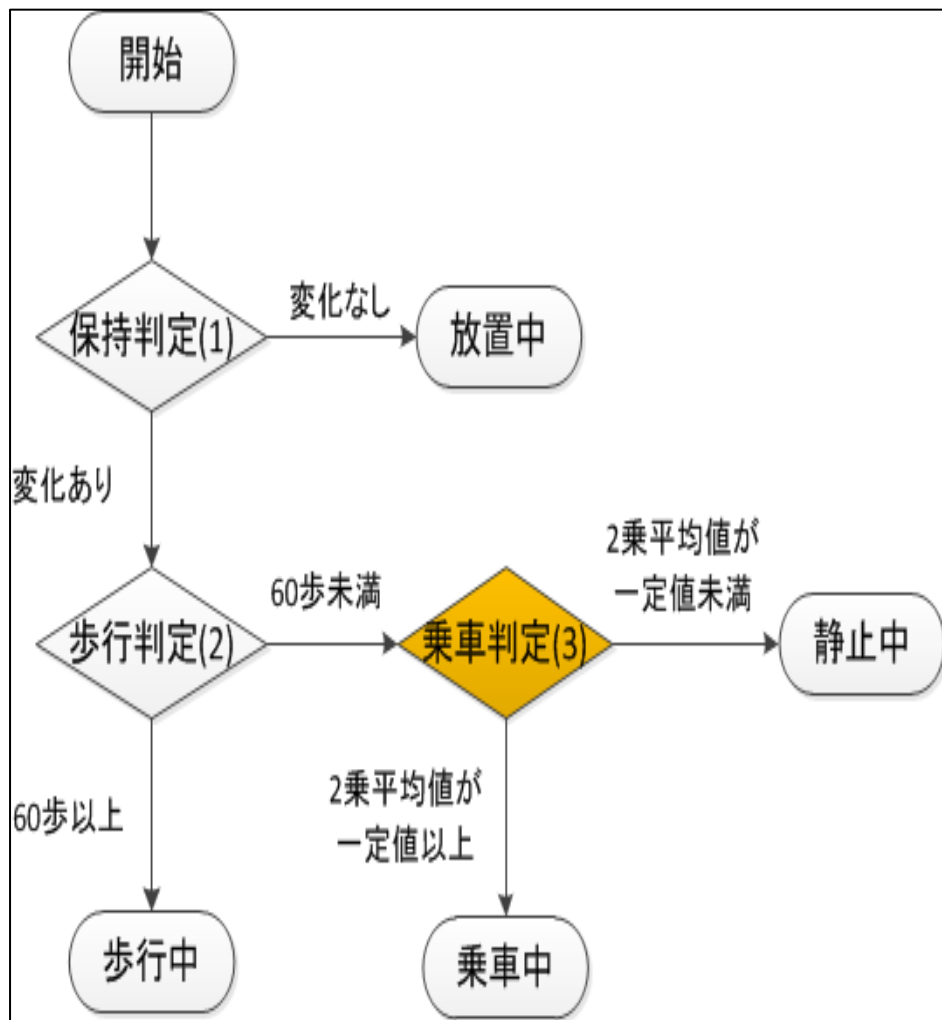
行動判定フローチャート2



歩行判定(2)

- ▶ 歩数カウントを行う
- 1分間に60歩以上
→ **歩行中**
- 1分間に60歩未満
→ 乗車判定へ

行動判定フローチャート3



乗車判定(3)

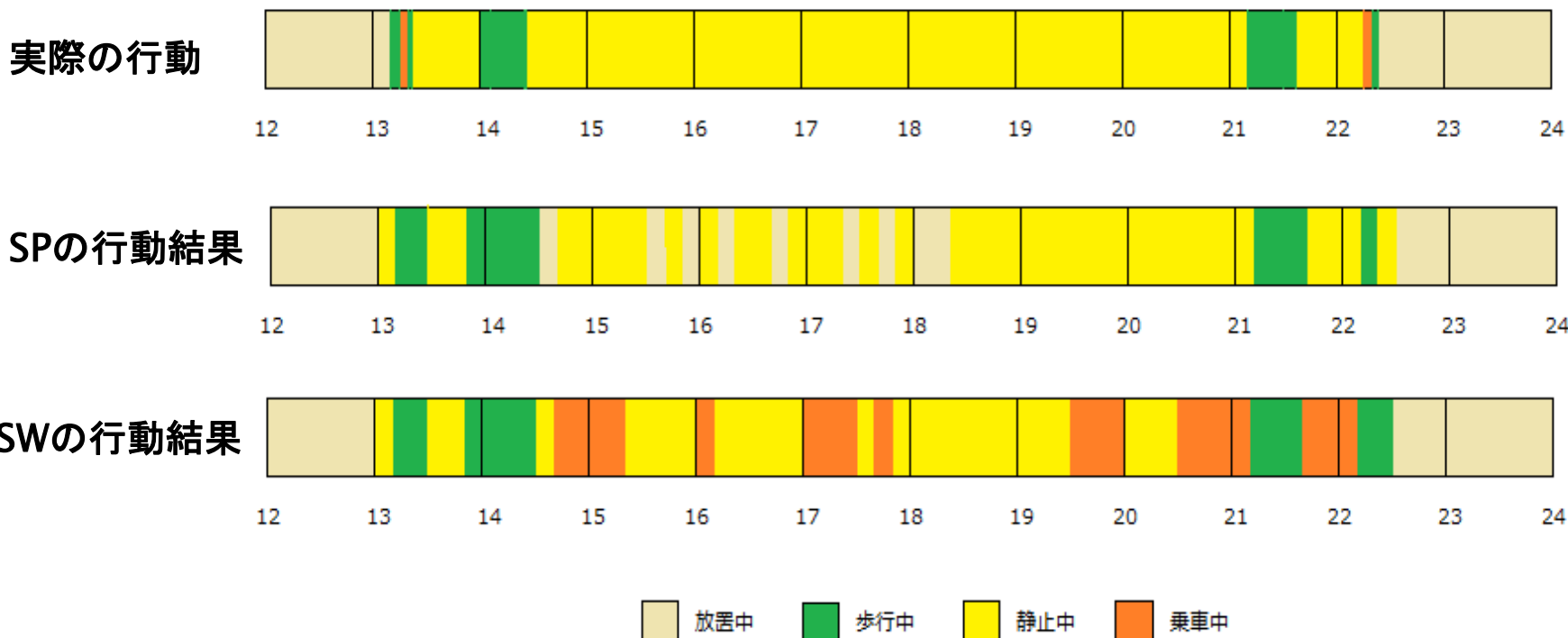
- ・軸調節の処理
- ・乗り物の揺れを残す処理
- ・突発的な振動の処理

加速度合成値の2乗平均値を求める

- ・ 値が一定値以上
→ **乗車中**
- ・ 値が一定値未満
→ **静止中**

既存の行動判定の評価

- ▶ 測定条件(スマートフォンのアルゴリズムを適用)
 - スマートフォン:AQOUS PHONE(ズボン前ポケット)
 - スマートウォッチ:SmartGear49(左手)
 - 両者を所持した状態で半日測定



スマートウォッチでの課題と提案

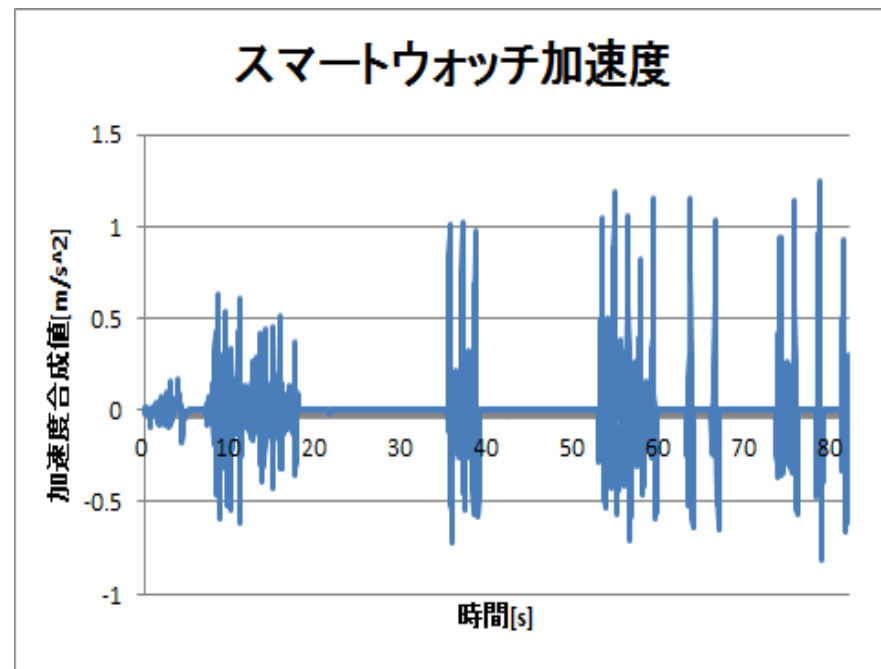
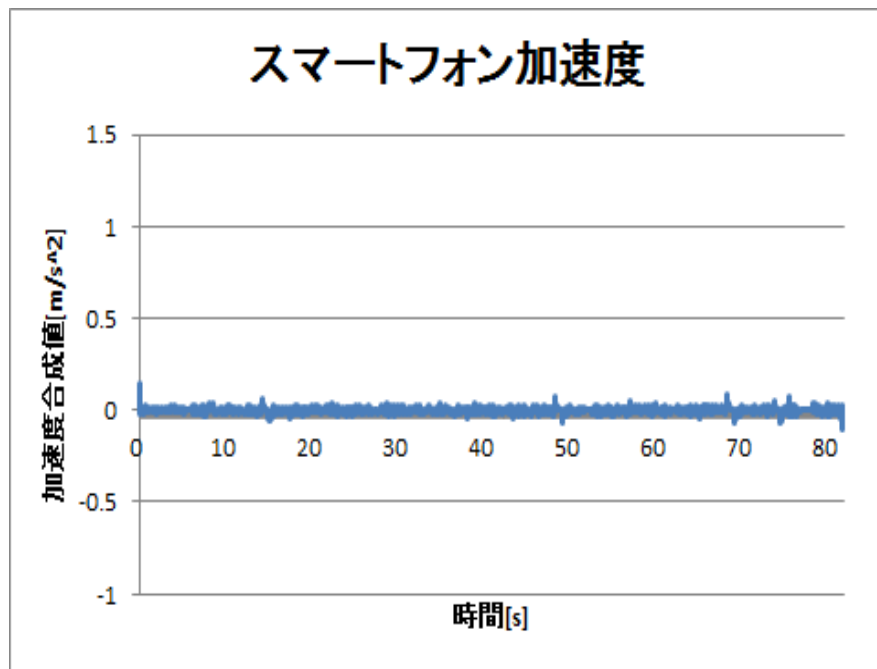
課題

- ▶ 静止中に乗車中と誤判定が起きる
→ 静止中に腕が動くことで、腕の揺れが判定に含まれている

解決策

- ▶ 加速度情報を周波数解析し、乗車判定に必要なのない腕特有の振動を除去するフィルタ処理を行う

加速度センサから取得した加速度値

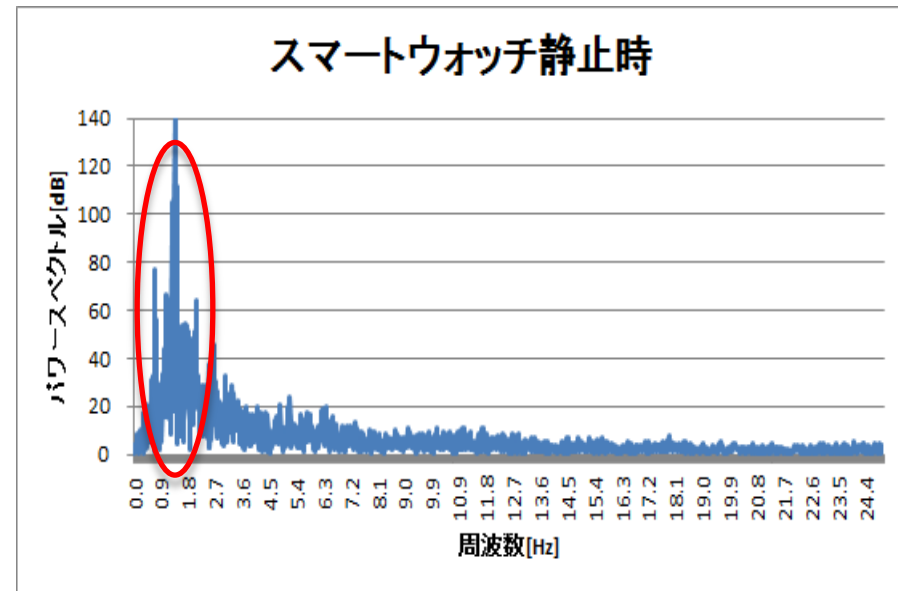
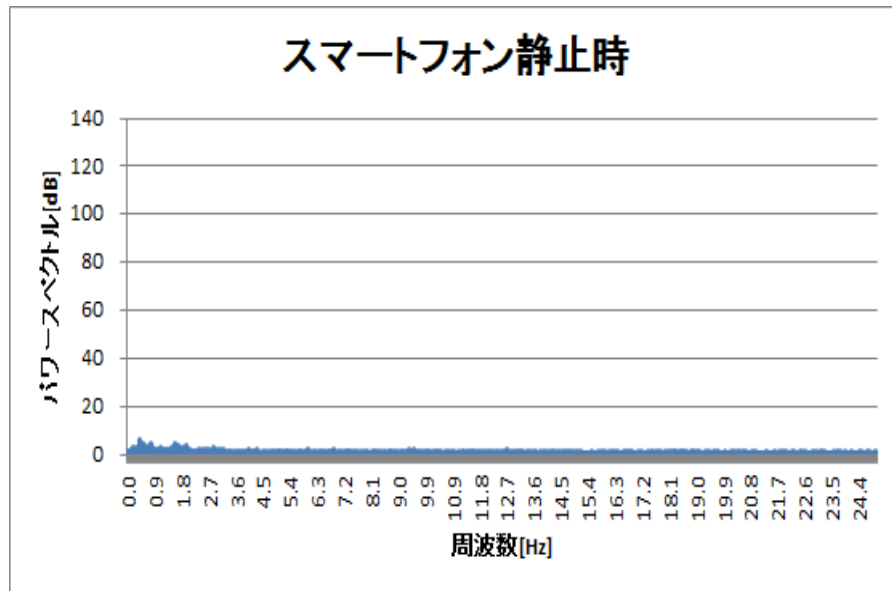


突発的な振動の除去により加速度値が0になる部分がある

→ 加速度2乗平均値の計算には含めない

スマートフォンと比べ、スマートウォッチの加速度値が全体的に大きい

腕特有の振動の除去



スマートフォンでは観測されていない
低周波の振動がスマートウォッチで観測された
→ 腕特有の振動



低周波を除去するフィルタ処理を行う

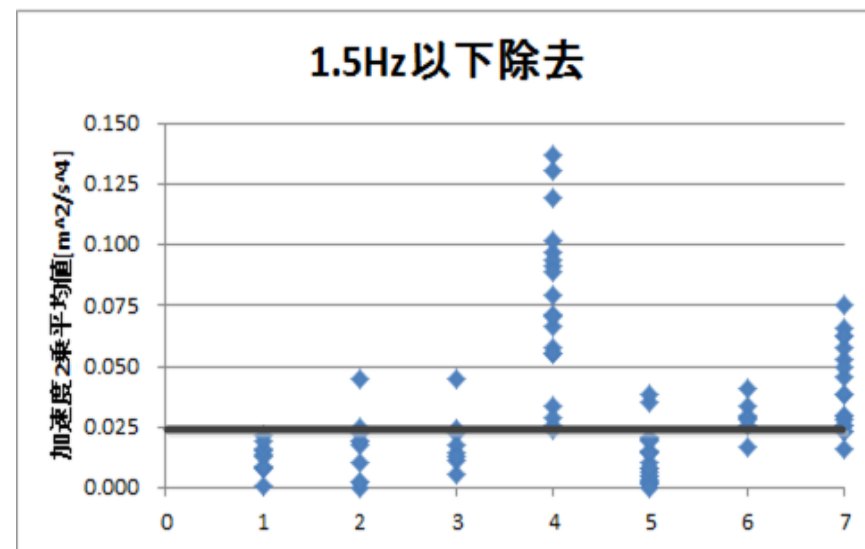
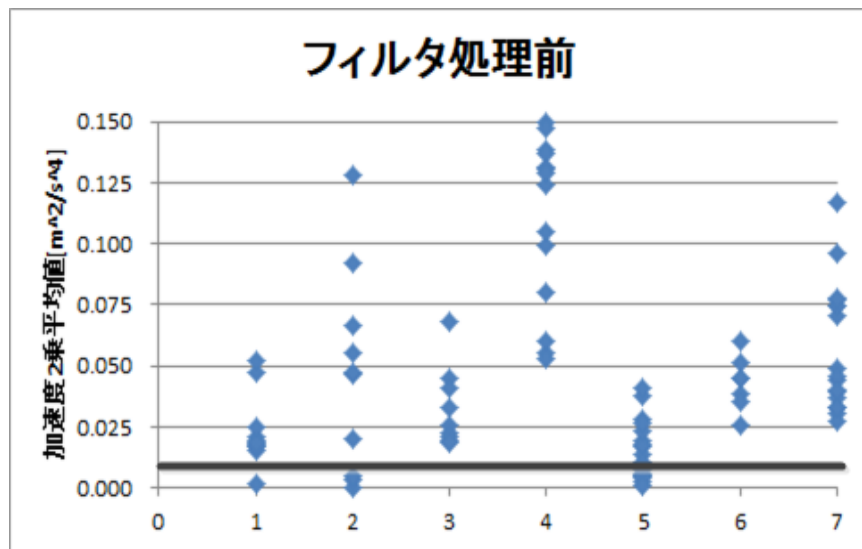
除去する周波数帯の決定

- ▶ 周波数帯の決定するため、1.0Hzから3.0Hzまで0.5Hz刻みで周波数の除去を行った



1.5Hz以下の周波数を除去した場合に
静止中と乗車中を高い割合で判別可能

乗車判定の閾値決定



1:タイピング 2:腕ふり 3:スマホいじり 4:車 5:地下鉄 6:名鉄 7:JR

静止時の動作

乗車時の乗り物

加速度2乗平均値の閾値を0.01 → 0.025に変更

地下鉄以外では静止中と乗車中を高い認識率で判定できる

評価

▶ 各行動での認識率

- 静止中の動作は大幅に認識率が向上された
- 乗車中の認識率は低下した
 - 地下鉄の認識率が非常に低い

判定	行動	処理前(%)	処理後(%)	認識率(%)
静止中	タイピング	9	100	13→93
	腕ふり	30	90	
	スマホいじり	0	89	
乗車中	車	100	95	85→63
	地下鉄	50	10	
	名鉄	100	86	
	JR	100	75	

評価

- ▶ 地下鉄を除いた時の認識率は85%
→ 地下鉄の認識率は地磁気センサを利用することで向上されるため全体の認識率も向上される



スマートフォンとほぼ同じアルゴリズムで
スマートウォッチでも判定が可能になると考えられる

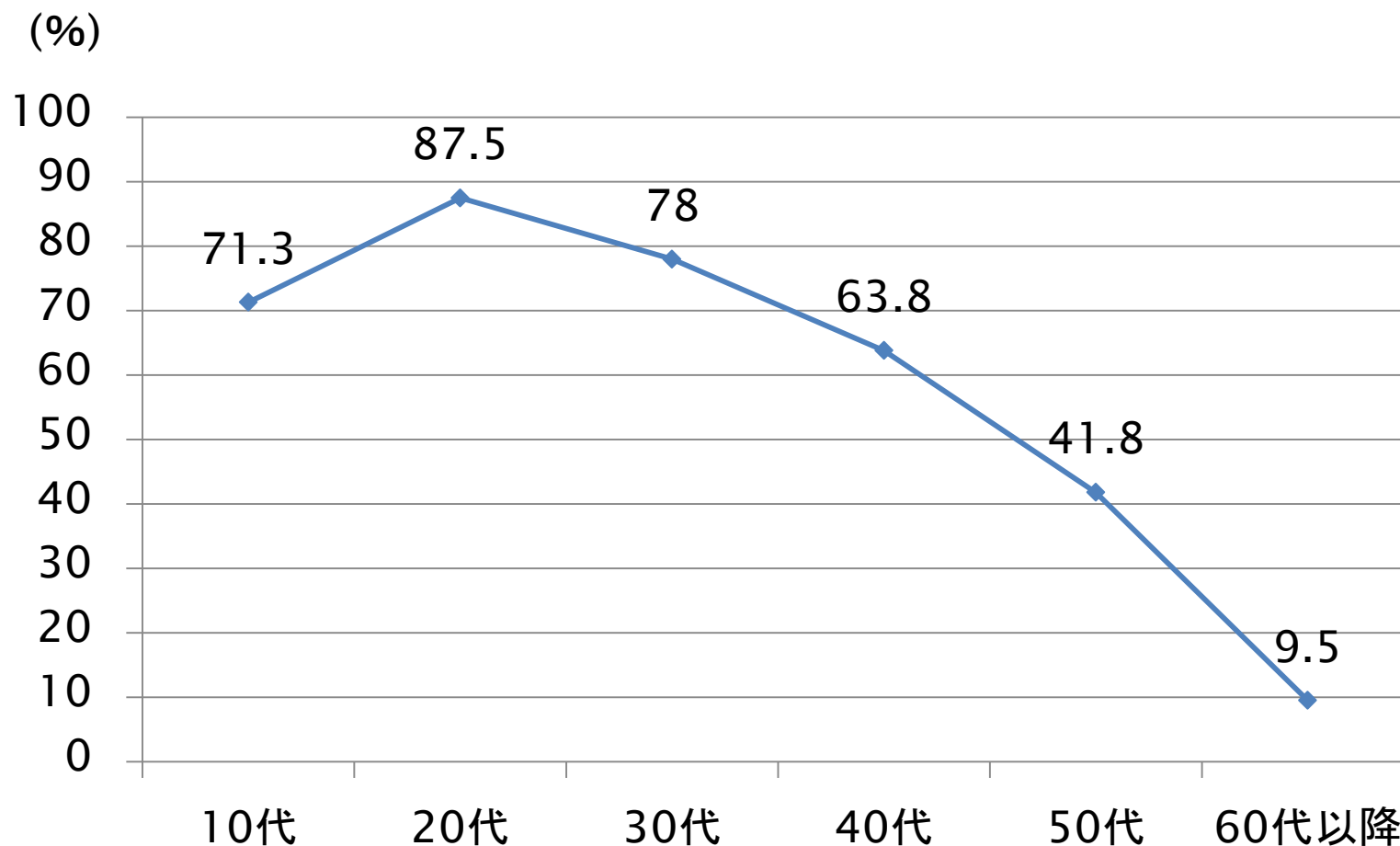
まとめ

- ▶ 行動判定では加速度センサのみを利用し判定を行う
- ▶ 低周波を除去し、乗車判定の閾値を変更することで静止中の認識率が大幅に向上された

- ▶ 今後の予定
 - 乗車中の認識率向上させるため地磁気センサの利用を検討する

付録資料

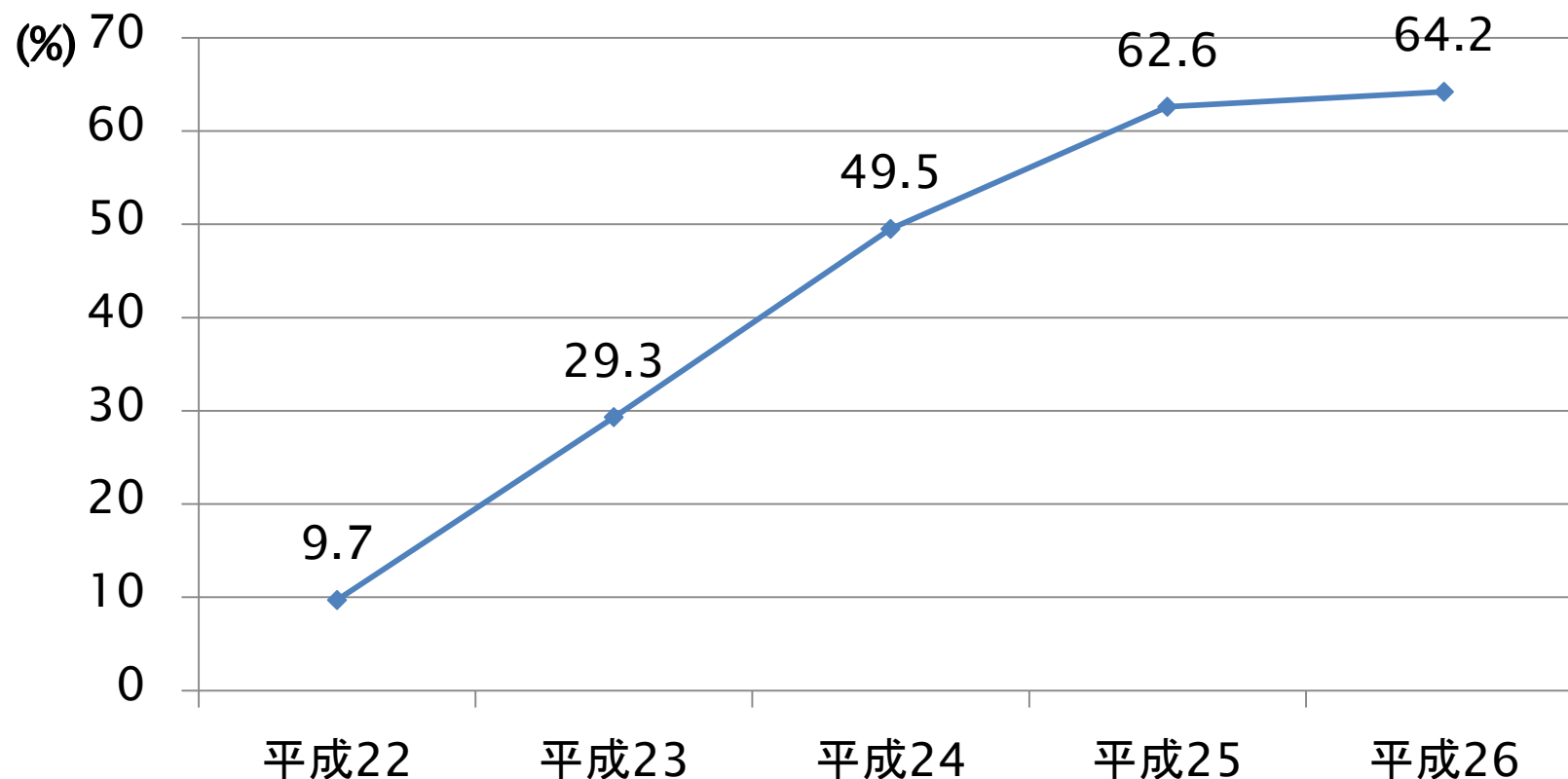
年代別スマホ利用率



総務省「平成26年通信利用動向調査」

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

スマートフォンの普及率

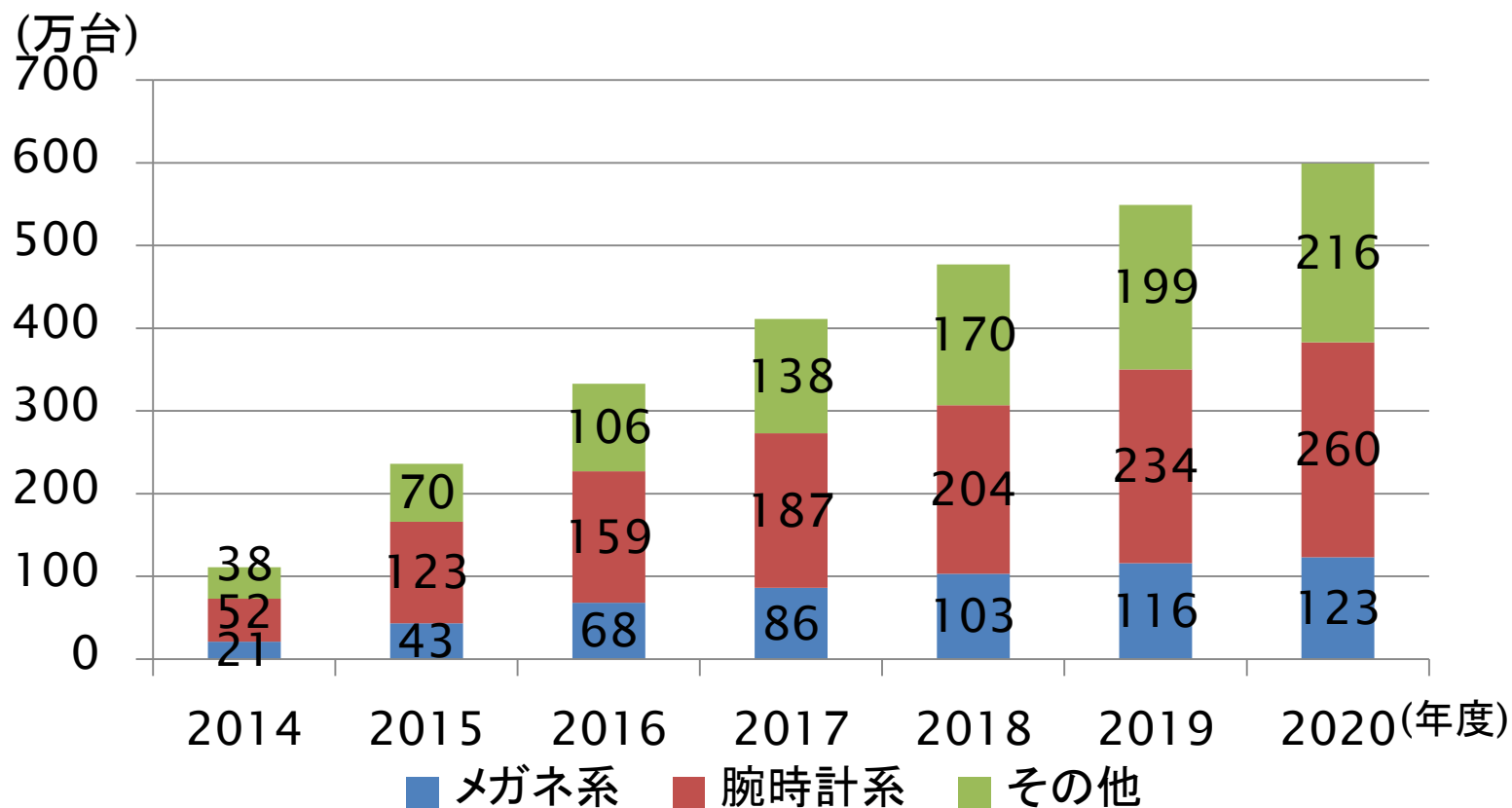


総務省「平成26年通信利用動向調査」

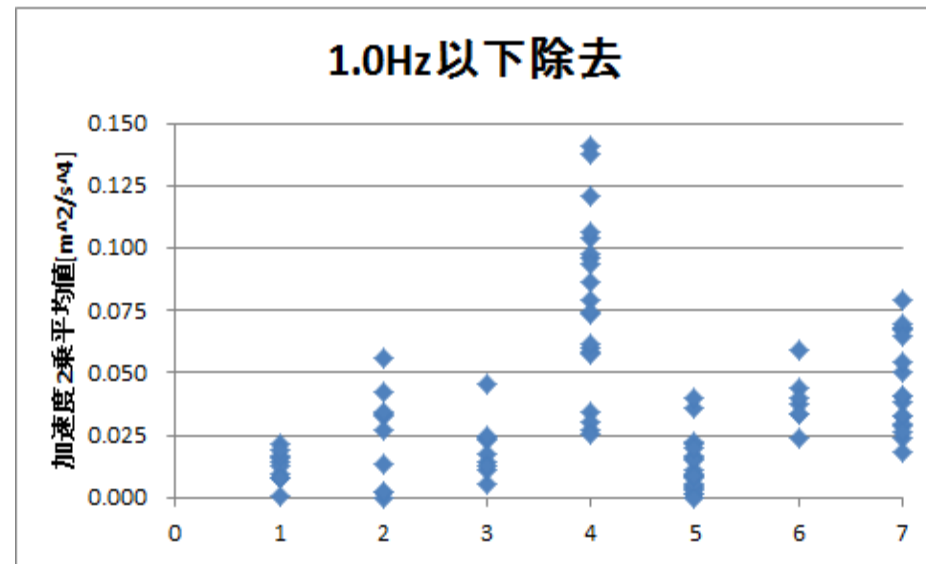
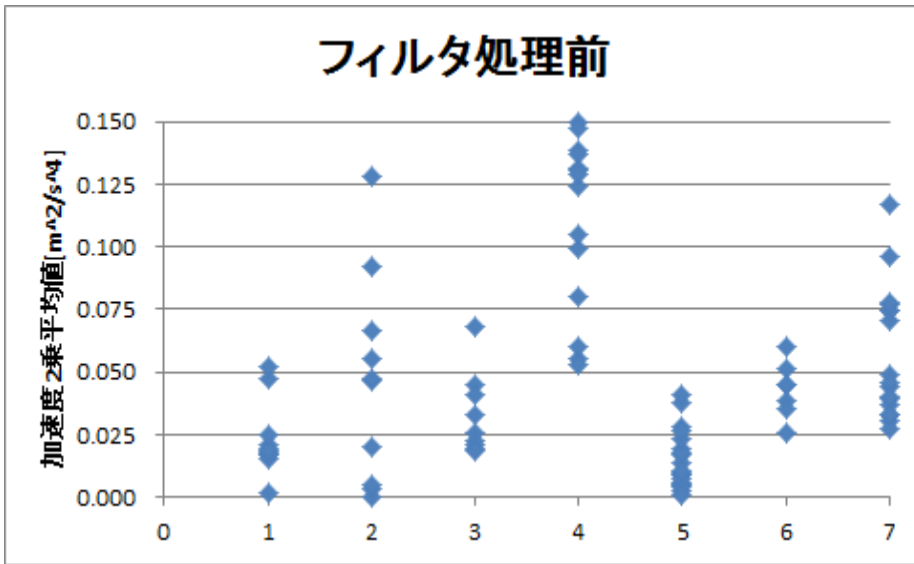
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics05a.html>

ウェアラブル端末の市場予測

年々増加傾向にある



除去する周波数帯の決定1



1:タイピング 2:腕ふり 3:スマホいじり 4:車 5:地下鉄 6:名鉄 7:JR

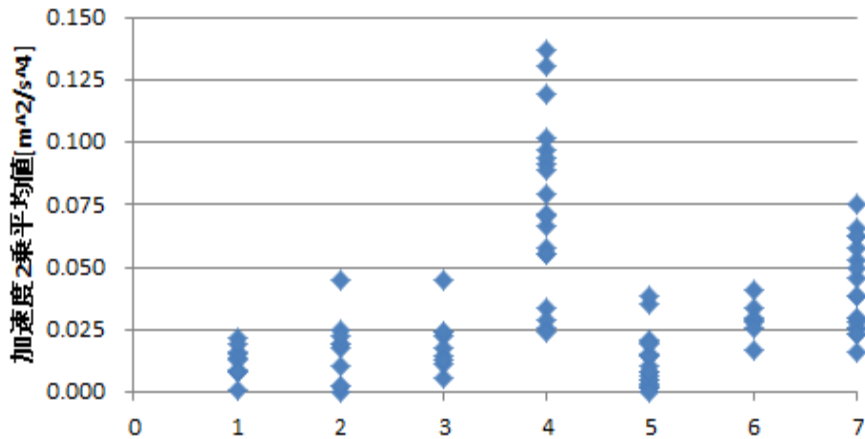
静止時の動作

乗車時の乗り物

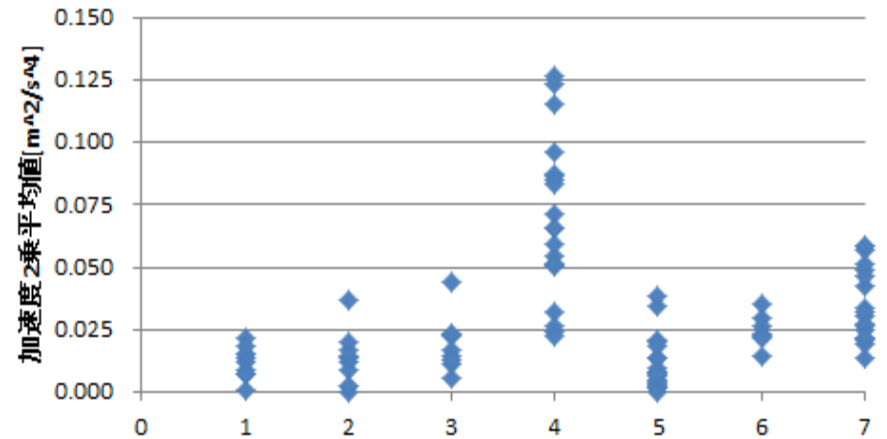
- ・加速度2乗平均値にばらつきがある
- ・乗車中と静止中の区別ができない

除去する周波数帯の決定2

1.5Hz以下除去



2.0Hz以下除去



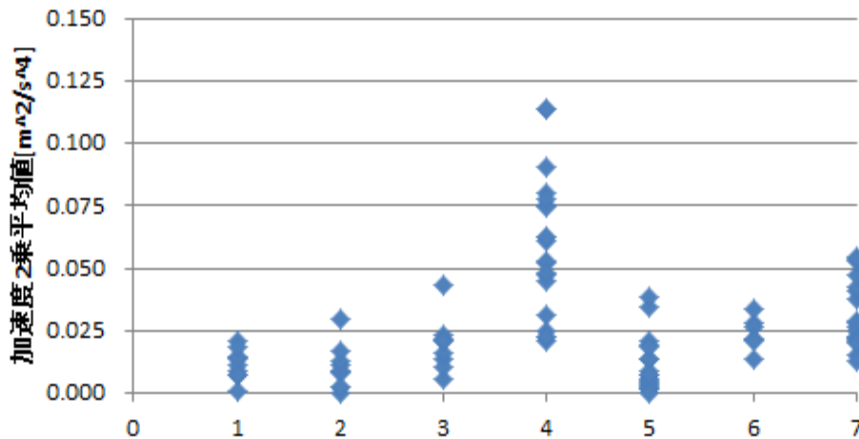
1:タイピング 2:腕ふり 3:スマホいじり 4:車 5:地下鉄 6:名鉄 7:JR

- 乗車判定の閾値を0.025で高い割合で判定可能

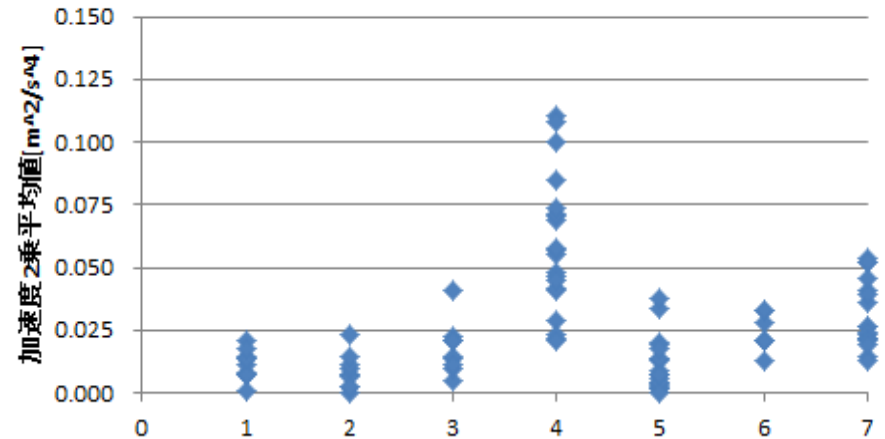
- 乗車中の加速度2乗平均値が下がり判定が困難

除去する周波数帯の決定3

2.5Hz以下除去



3.0Hz以下除去



1:タイピング 2:腕ふり 3:スマホいじり 4:車 5:地下鉄 6:名鉄 7:JR

- ・乗車中の加速度2乗平均値が下がり判定が困難

提案する乗車判定方式

- 従来の乗車判定に腕特有の振動の除去を追加
- 2乗平均値の閾値を0.01→0.025に変更

