

## 歩数計アプリケーションの開発

田中成典<sup>†</sup> 井上晴可<sup>‡</sup> 嶋吉瞳<sup>‡</sup> 津川昌隆<sup>‡</sup>関西大学総合情報学部<sup>†</sup> 関西大学大学院総合情報学研究科<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

ウェアラブル端末の普及[1]に伴い、搭載されているセンサを利用してユーザの状況を推定する手法が多く提案[2]-[4]されている。その一つとして、スマートフォンに搭載されている加速度センサにより歩数を計測するアプリケーション[5]がある。これらのアプリケーションでは、スマートフォンを身に付けている場合や鞆の中にある場合など、ユーザの様々な状況に応じてセンサ値の変位が異なるため、正確な歩数を計測できない。この問題を解消するためには、ユーザの利用状況に応じた加速度センサ値の変位特性を把握する必要がある。そこで、本研究では、スマートフォンに搭載されている加速度センサを使用した歩数計アプリケーションを開発し、様々な状況下での加速度センサ値の変位特性を整理する。

## 2. 研究の概要

歩数計アプリケーションの概要を図1に示す。

入力には3軸の加速度センサ値とし、出力は歩数とする。本システムは合成値算出機能、ノイズ除去機能と歩数算出機能で構成される。

## 2.1 合成値算出機能

本機能では、3軸の加速度センサの合成値を算出する。3軸の加速度センサ値は端末の傾きに左右されるため、3軸の合成値を用いる。3軸の合成値の算出式を式(1)に示す。

$$A = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad (1)$$

式(1)において、 $A$ は3軸の合成値、 $x$ 、 $y$ と $z$ は加速度センサのX軸、Y軸とZ軸のセンサ値を表す。

## 2.2 ノイズ除去機能

加速度センサ値には、加速度センサ自体の精度やセンサ感度、手振れによるノイズが含まれる。そのため、本機能では、ローパスフィルタを用いて高周波成分を取り除き低周波成分だけを取り出し平滑化する。ローパスフィルタを用いて補正した3軸の合成値の算出式を式(2)に示す。

$$\text{low}A_t = A * 0.1 + \text{low}A_{t-1} * 0.9 \quad (2)$$

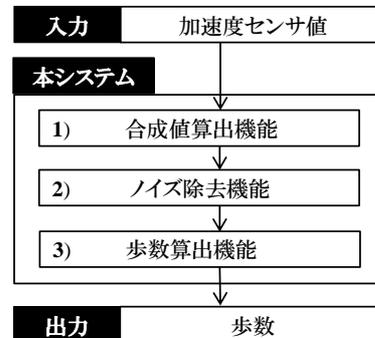


図1 本システムの概要

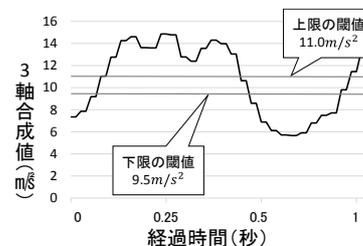


図2 1歩の判定

$\text{low}A$ は補正後の3軸の合成値（以下、補正值）、 $A$ は補正前の3軸の合成値、 $t$ は経過時間を表す。

## 2.3 歩数算出機能

加速度センサでは、歩行時の補正值が波形になる。本機能では、この特性を利用して歩数を算出する。1歩当たりの波形と閾値を図2に示す。補正值が上限の閾値を超え、かつ下限の閾値を超えた場合を1歩として算出する。本研究では、波形の上限の閾値を $11.0\text{m/s}^2$ 、下限の閾値を $9.5\text{m/s}^2$ に設定する。

## 3. 実験

本実験では、様々な利用状況で歩数計測を行い、その時の加速度センサの波形から補正值の変位特性を確認する。実験対象は、男性3名と女性3名とし、歩数計測の誤差を考慮するため、2回歩行した時の平均値を採用する。なお、本実験では、実験機としてAndroid端末(FJL22)を用いる。

## 3.1 実験内容

本実験では、平坦な道における100歩の歩行結果を分析対象とする。ユーザの利用状況は、図3に示す通り、スマートフォンをポケットに入れ

Development of Smartphone Application for Pedometer

<sup>†</sup>Shigenori Tanaka, Masataka Tsugawa

Faculty of Informatics, Kansai University, 2-1-1 Ryozenji-cho, Takatsuki City, Osaka 569-1095, Japan

<sup>‡</sup>Haruka Inoue, Hitomi Shimayoshi

Graduate School of Informatics, Kansai University



図3 利用状況

た場合の3パターン((a)上着の横, (b)ズボンの前, (c)ズボンの後)と鞆の中にある場合の3パターン((d)手提げ鞆, (e)リュックサック, (f)ショルダーバッグ)の計6パターンを想定する。そして、それぞれの状況下における歩数計測の正解率を算出し、補正値の波形の特性を整理して、誤差の要因を考察する。

### 3. 2 結果と考察

歩数計の計測精度の結果を表1に、利用状況ごとの補正値の波形を図4に示す。表1において正解率が90%以上を網掛けとする。図4は、特性が大きく見られた男性1を対象とし、3歩分の波形を生成した結果である。縦線で区切った区間は、1歩分を示す。スマートフォンをポケットに入れた場合(a)~(c)の計測精度は、鞆の中にある場合と比較して低い傾向が見られた。これは、設定した閾値付近でノイズが発生(図4(a)~(c))したためである。図4(b)と(c)に示すとおり、1歩目と2歩目の波形が異なることから、端末を入れた足の振動が原因と考えられる。

一方、鞆(d)~(f)に入れた場合は、手提げ鞆(d)の計測精度が低かった。手提げ鞆(図4(d))は、他の鞆に比べて振幅が小さな波形となり、閾値をまたいだノイズが多く発生する傾向があった。これは、手提げ鞆が腕の動きに合わせて前後に揺れるため、歩行時の振動が吸収されたことが原因と考えられる。

### 4. おわりに

本研究では、加速度センサを用いて歩数計アプリケーションを開発し、様々なユーザの利用状況下での計測の精度を比較し、正確性を検証した。その結果、利用状況の補正値の特性を把握することができた。利用状況に基づき分析すると、ポケットに入れた場合は、鞆の中にある場合に比べて揺れによるノイズの影響を受けることが分かった。今後は、利用者ごとの歩行特徴を学習し、閾値を自動設定する手法を考案す

表1 計測精度の結果

利用状況	男性1	男性2	男性3	女性1	女性2	女性3	
a	歩数(歩)	156	167	137	176	165	125
	正解率(%)	64.1	60.5	73.1	57.0	60.7	80.5
b	歩数(歩)	181	165	154	218	200	182
	正解率(%)	55.2	60.7	64.7	46.0	50.1	55.2
c	歩数(歩)	188	177	163	222	186	188
	正解率(%)	53.2	56.6	61.4	45.1	54.0	53.3
d	歩数(歩)	126	111	141	147	128	128
	正解率(%)	79.4	90.5	71.2	68.0	78.2	78.1
e	歩数(歩)	101	106	96	102	114	102
	正解率(%)	99.0	94.3	99.5	98.5	88.1	98.5
f	歩数(歩)	102	102	102	111	120	109
	正解率(%)	98.0	98.5	98.5	90.5	83.7	92.2

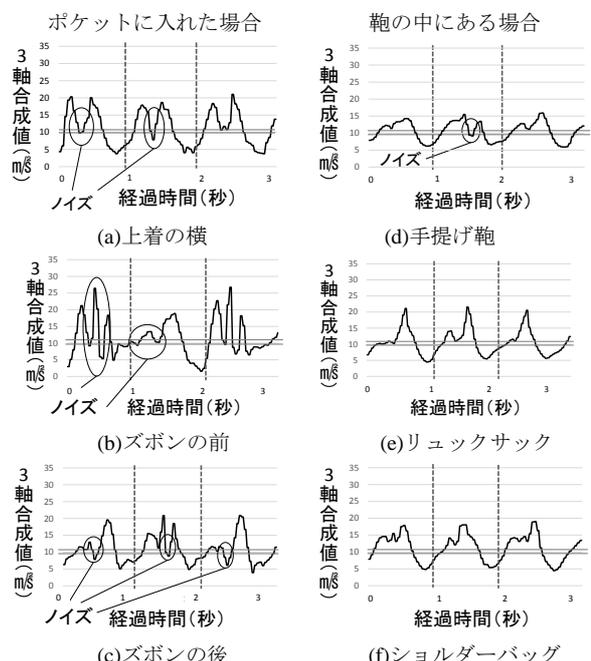


図4 利用状況ごとの補正値(男性1)

ることで、高精度に歩数を計測できるシステムの実装を目指す。

### 参考文献

- [1] 総務省：平成26年版情報通信白書，  
<<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26/html/nc141330.html>>，(入手2015.1.9)
- [2] 西村，樋口，山口，東野：スマートフォンを活用した屋内環境における混雑センシング，情報処理学会論文誌，Vol.55，No.12，pp.2511-2523，2014.
- [3] Korpela，前川，Eberle，Chakraborty，Aberer：身体に装着した加速度センサによる行動およびジェスチャの統合的認識手法の提案，情報処理学会ヒューマンインタラクション研究会研究報告，Vol.160，No.1，pp.1-8，2014.
- [4] 池谷，菊池，長，服部：3軸加速度センサを用いた移動状況推定方式，電子情報通信学会技術ユビキタス・センサネットワーク研究会研究報告，Vol.108，No.138，pp.75-80，2008.
- [5] 北陸電気工業：3軸加速度センサーアプリケーションノート，<[https://www.hdk.co.jp/pdf/AP\\_Note/anhaam04\\_v1.01.pdf](https://www.hdk.co.jp/pdf/AP_Note/anhaam04_v1.01.pdf)>，(入手2015.1.9)