

センサデータの周期性を用いた行動推定の検討

伊藤 将[†] 廣津 登志夫[‡] 藤田 悟[‡]法政大学 情報科学研究科[†] 法政大学 情報科学部[‡]

1. まえがき

近年技術の発展によりセンサの小型化が進み、スマートフォンはもちろんAndroid wearやApple Watchのようなウェアラブルデバイスにも内蔵されてきている。そのため、従来のような大掛かりな装置をわざわざ装着せずとも誰でも容易にセンサを使用することができ、加速度値やジャイロ値、心拍数などのセンサデータを用いたヘルスケアアプリなどへ活用されている。しかし、そこで提供されているのは歩数や心拍数、そこから計算された消費カロリーといった基本的な情報が主である。またウォーキングやランニングなどの基本的な行動を推定して記録しているものはあるが、精度が悪く誤認識が多く見られる。一方で、日常生活の記録とそれに基づくヘルスケアを考慮すると、ウォーキングやランニングといった基本的な行動の精度を向上するとともに家事などの日常生活に行われる複雑な行動を推定して記録することが必要になってくるため、行動や動作を推定する研究が現在盛んとなっている。

2. 関連研究

行動推定の研究は数多く行われており、なかでもAltunらが行った5つのセンサの加速度やジャイロ値からの行動分類の研究[1]のような、複数のセンサを体に装着することで行動の推定を行っている研究が多くみられる。このような研究の多くは、使用しているセンサ毎に平均値や分散、標準偏差などの統計値を算出しているため、それぞれのセンサ毎の特徴として扱っていた。結果として、センサ入力数を増やすことで分別できる行動の種類は増えているが、センサ間の値の関係については考慮されていなかった。また、この連携した動作には歩行や走行と行った行動の種類毎に一定の周期を持つものも

ある。これらに着目すると、体の複数部分が連動していること自体やその周期などを特徴量として扱い行動の推定に活用していくことが考えられる。

3. 周期や位相に基づく特徴量

既存研究[2]では左右の腕の連動した動きに対して相関係数を用いて大まかに算出していたが、推定精度を高めるため、より詳細な違いとして示す必要がある。そこで今回提案する手法では、FFT(高速フーリエ変換)を用いることでセンサデータに対してパワースペクトルを算出し、それぞれのパワースペクトルに対応したセンサデータ間の位相差を求めていく。

3.1. 解析手法

まず複数センサ間の周期性やその位相差を抽出するため、あらかじめ時刻同期されたセンサを両手両足の4箇所に取り付け、行動時の加速度とジャイロの値を測定する。そのほかに複数センサの比較のために、全てのセンサの向きを左腕のセンサの座標軸に揃うように変換する。取得したセンサデータをウィンドウサイズ256で区切り、パワースペクトルを算出する。さらに右手と左手、右足と左足の2つ組み合わせに対して、それぞれの周波数帯すべての位相差を算出する。行動によっては右手と左足のような組み合わせではセンサデータの特徴が異なり位相差が確認できない恐れがあるため、今回は考慮しない。その結果、パワースペクトルの周波数帯ごとにセンサデータ間の位相差の推移を確認することが出来き、必要となる位相差特徴を特定できる。

歩行や走行のような周期性を持った基本的な行動では、右足と左足の組み合わせのような対称的な部位でのセンサ間の動きは位相差 π [rad]近くの値として現れる。しかし例外として歩行における左右の腕の位相差は0[rad]に近くなる。そのため基本的には解析結果で位相差 π [rad]近くを示すことが出来れば行動推定の新たな特徴として有効であると考えられ、歩行での腕の位相差は0[rad]近くを示す結果が望ましい。

A Study of Behavior Estimation Using Periodicity of Sensor Data.

[†] Graduate School of CIS, Hosei University

[‡] Faculty of CIS, Hosei University

4. 実験

4.1. 実験環境

実際の行動時に今回提案した位相差特徴が現れているか確認するために実験を行った。実験の環境は、20代の男女6人に歩行、走行、階段上り、階段下り、スキップの計5つの行動を約1分間行ってもらった。その際、両手両足に小型センサのTSND121を取り付け、各行動時の加速度値とジャイロ値をサンプリングレート20msで計測する。TSND121は複数のセンサを自動で時刻同期出来ることに加え、小型かつセンサデータを各デバイス内に保存出来るため行動に支障をきたす恐れが少ないことから今回使用した。

データ収集後、3章で述べた解析手法を用いてそれぞれの行動ごとの両手、両足の左右の位相差を調べていく。

4.2. 実験結果

実験の結果の一部を図1、図2に示す。それぞれ上段が加速度、中段が加速度のパワースペクトル、下段が左右の位相差を示している。加速度と位相差の横軸は同一の周波数帯を示しているため、パワースペクトルの大きい所の位相差をみれば、強い周期性のある動作の位相差を得ることができる。

図1をみると、パワースペクトルのピーク値に相当する位相差は2.76[rad]で、 π [rad]に近い予想通りの結果を示している。しかし図2のスキップ時での両足のx軸では、ピーク値での位相差0.20[rad]となっており理想である逆位相の関係になっていない。しかし2番目のピーク値での位相差を見ると位相差3.11[rad]となっている。

5. 考察

走行時の主たる周期運動の位相差は2.76[rad]であったのに対して、スキップの最も強い周期運動の位相差は0.20[rad]であった。スキップという動作を考えると、体全体が跳ねる動きと足が交互に動く動作の複合であるため、体全体の動きに基づく周期運動が同位相として現れているものと考えられる。以上のことからパワースペクトルのピーク値で位相差を考えるのではなく2番目のピーク値の位相差も考慮することで、体全体の動きと部位での動きの両方を統合して扱い、行動推定に活用できると考えられる。

6. むすび

本研究では行動分析への活用を想定して、セ

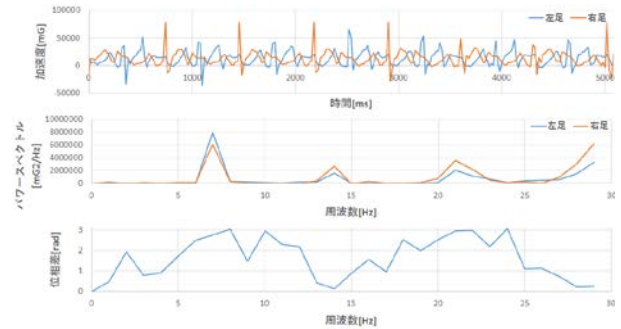


図1 走行時の両足 x 軸

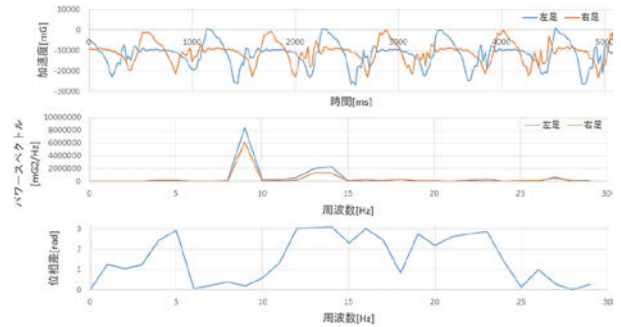


図2 スキップ時の両足 x 軸

ンサデータの周期性に基づく分析を行った。これは、実際の運動において体の各部位が連携して動く特徴を抽出することに相当する。具体的には、取得したデータに対するFFT処理で得られたパワースペクトルの2番目のピークまでに相当する位相差を見ることで、体全体と体の部位の連動した動きを統合的に解析できることがわかった。一方で運動の種類や部位、個人差によって想定した位相差がスペクトルの最も強い部分もしくは二番目の部分に現れるため、より広範なデータに基づく分析が必要であると考えられる。本稿で得られている良好な結果をもとに、今後はこの特徴量を用いた行動推定の精度向上に繋げていきたいと考えている。

謝辞

本研究はJSPS 科研費JP17K00138の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] KeremAltun, BillurBarshan, OrkunTunçel, "Comparative study on classifying human activities with miniature inertial and magnetic sensors," Pattern Recognition, vol.43, No.10, pp.3605-3620, October.2010.
- [2] 伊藤将, 藤田悟, "複数のウェアラブル端末の時刻差分を用いた行動推定," 第79回全国大会講演論文. Vol.2017, No.1, pp.255-256, 2017.