

リストバンド型センサで取得した腕の向きのパターンによる運動状態分類の検討

楊 頤, 新谷 隆彦, 大森 匡, 藤田 秀之

電気通信大学大学院情報システム学研究科 〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1

Email: dei-yang@hol.is.uec.ac.jp, {shintani,omori,fujita}@is.uec.ac.jp

1. はじめに

近年、センサの小型化・軽量化などデータ収集技術の発展により、人の生活に関わる様々な情報をデジタル化して保持するライフログの普及が進んでいる。中でも加速度センサを搭載した小型のデバイスを腕などに装着して人の動きに関するデータを24時間365日間連続で収集し、ユーザーの生活行動を提示するサービスが増加している。これらのサービスで提示される生活行動は運動量から分類した「どの程度の運動をしていたか」を表す運動状態である。しかし、運動量が同じでも実際に行った行動が異なる場合がある。例えば、METsでは「自転車通勤」と「ダンス」の運動量を6.8METsと定めているが、生活行動の観点から見ると全く異なる行動である。このように運動量のみで分類した運動状態では生活行動を十分に提示出来ない問題がある。

そこで、本研究では、運動量だけでなくセンサデバイスを装着している腕の向きも考慮した運動状態の分類を検討する。

2. 運動量による運動状態の分類

運動状態の分類とは、一連の運動を行っていた期間を運動量などの数値ではなく、睡眠や歩行など人がどの程度の運動をしていたかを把握できる数種類の行動に変換する事である。これまでは、加速度データから算出された運動量の数値を運動状態に変換していた。例えばMETsでは、0.9 METsは睡眠、2.5METsは歩行と定義されているので、0.9 METs程度の運動量であった期間を睡眠、2.5 METs程度の運動量であった期間を歩行と変換するなどが行われていた。しかし、運動量だけで運動状態を分類すると異なる行動も同じ運動状態として分類されてしまう問題がある。そこで、本研究では行動時の腕も動きに着目して腕の向きも考慮した運動状態の分類を検討する。

表1:腕の向きの定義

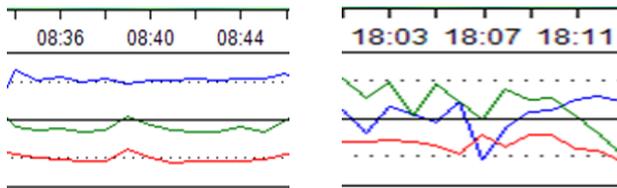
向き	判定条件
上	$(z > y > x) \wedge z > 0$
下	$(y > x > z) \wedge z < 0$
横	$(y > z > x) \wedge x < 0$
横上	$(z > x > y) \wedge y > 0$
横下	$(y > z > x) \wedge y > 0$
その他	上記の判定条件を満たさない場合

3. 腕の向きの定義

生活モニタとしての常時計測型デバイスは腕に装着するものが多い。そのため、腕をどの程度動かしたかだけでなく、どのように動かしたかも記録されている事から、腕の向きも検知する事が出来る。そこで、本研究では腕に装着したセンサデバイスで取得された加速度データを用いて腕の向きを判別する。センサデバイスとして、日立製作所のリストバンド型生活モニタHT-PB3[1]を利用した。このデバイスは加速度センサが搭載されており、腕に装着する事で人の活動に伴う動きを常時取得し、3軸加速度データと運動データなどを出力する。腕の向きは、報告者が日常生活でよく行う腕の向きを想定して上、下、横、横上、横下、その他の6種類とした。上はデバイスが上(手の甲が上向き)、下はデバイスが下(手の甲が下向き)、横はデバイスが左(手の甲が左向き)、横上は横から腕を上げた状態、横下は横から腕を下げた状態となる。腕の向きと3軸加速度の関係性を調べるために、HT-PB3を装着し、これら腕の向きの場合の3軸加速度データを実際に取得した。その結果から、表1のように腕の向きを判定する条件を定義した。また、HT-PB3は1分毎に3軸加速度データが取得されるため、表1の定義により「上 上 下 下 横 横上 横下 その他…」と1分毎の腕の向きのデータを時系列に並べる事が出来る。さらに、「…上 下…」 「…下 横下…」のように腕の向きが変わった所(腕の向きの変化)も検知する事が出来る。以下、HT-PB3の3軸加速度データを1分毎の腕の向きと腕の向きの変化に変換し、時系列に並べたデータを腕の向き・変化データとする。

4. 腕の向き・変化を考慮した運動状態の分類

本研究では、腕の向き・変化を考慮した運動状態の分類を行う。腕の向き・変化と実際の行動の関係を調



(a)自転車移動 (b)買い物
図 1:3 軸加速度データ

べたところ、自転車移動をしていた時と買い物をしてきた時の加速度データは図 1 となった。赤線、緑線、青線はそれぞれ x 、 y 、 z 軸の値を表す。これらの行動は、HT-PB3 では同程度の運動量のため同じ運動状態に分類された。また、自転車移動を表 1 の定義に従って腕の向きデータに変換した結果、「上-上-上…」と 22 分間連続して上向きとなった。これより、自転車移動は「腕が上向きの運動」である事がわかり、分類する事が出来る。しかし、買物を腕の向きデータに変換した結果、「横下-横下-(横下-上)-上-(上-横下)-横下-(横下-上)-上-(上-下)-下-(下-横下)-横下-横下-横下-(横下-上)-上-上」となった。このように、行動は動きを伴うため、様々な腕の向き・変化が含まれてしまい、自転車移動のように単純な腕の向きで運動状態を表現出来ない。

そこで、本研究では腕の向き・変化のパターンを用いた運動状態の分類を検討する。腕の向き・変化のパターンは、腕の向き・変化データに時系列パターンマイニング[2]を適用する事で抽出出来る。時系列パターンマイニングは頻出するパターンを抽出するため、生活でよく行われる行動を示す腕の向き・変化パターンが抽出される事になる。そのため、このパターンを含むか含まないかによって運動状態を分類する事で、異なる腕の動かし方をしていたときは異なる行動と分類する事が出来る。しかし、頻度の高すぎるパターンは、様々な行動に共通する腕の向きと考えられるため運動状態の分類には適さない。ユーザーが指定する個数の運動状態に分類させるために、最小支持度(全パターン数に対してある条件を満たすパターンの最小の割合)の値に近いパターンを適用する。また、時系列パターンマイニングは最小頻度以上のパターンが全て抽出されるため、あるパターンの一部分に含まれるパターンも抽出される。このパターンは、生活でよく行われる行動を示すパターンを構成する要素に過ぎないので、本研究では他のパターンに含まれないパターン(極大パターン)を用いる事で他のパターンの要素となるパターンを排除する。以下に、本研究での腕の向き・変化のパターンを用いた運動状態分類の処理手順を示す。

- ① 3 軸加速度データを表 1 の判定条件によって、腕の向き・変化データに変換する
- ② 運動状態データ毎の腕の向き・変化データを 1 件のシーケンスとし、時系列パターンマイニングによって、最小支持度以上のパターンを抽出する
- ③ 最小支持度の値に近い順に極大パターンを k 個選

表 2: 4 節の手法による分類結果

	軽作業1	軽作業2	軽作業3	軽作業4	軽作業5	軽作業6
自転車	0	3	0	0	0	2
買い物	1	1	3	0	0	0

択し、選択した順にそのパターンを含む運動状態データを 1 つの運動状態に分類する
ここで、どのパターンも含まない場合も 1 つの運動状態とする

5. 実験

5.1 腕の向きの検知の評価

3 節で定義した腕の向きが、実際の腕の動きと一致するかを確認した。正しい腕の向きとして、「上-上-上-横下-横下-横下-上-上-上」の 9 分間取得した。表 1 の定義により自転車移動の腕の向きを判定した結果、「上-上-上-その他-横下-横下-上-上-上」となった。以上から、9 件中 8 件腕の向きが一致していた事から、実際の腕の動きを正しく判定する事が出来る。

5.2 運動状態の分類の評価

4 節の手法によって運動状態の分類を評価するために、2013年5月1日～2014年10月31日(472日間)の運動状態データを用いて分類実験を行った。本実験では、HT-PB3で軽作業とされている2601の運動状態データを分類する。分類の評価は、実際に行った行動が分かっている5件の自転車移動と5件の買物がどのように分類されるか調べた。パターンの抽出に設定する最小支持度は「1日に最低1件パターンが出現する」事を想定して0.18(=472/2601)、腕の向き・変化のデータ間の時間間隔は2分、選択する極大パターンの数 $k=5$ とした。軽作業の運動状態データを分類した結果、6種類に分類された。分類された軽作業をそれぞれ軽作業1から5、適用した極大パターンを全て含まない運動状態を軽作業6とし、自転車移動と買物がどの分類となったかの件数を表2に示す。表2から、4節の手法によって自転車移動、買物を同じ運動状態として正しく分類する事が出来ている事がわかる。

6. おわりに

本研究では、腕の向き・変化のパターンを考慮した運動状態の分類法を提案した。また、実験によりその有用性を示した。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 26330129 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1]鈴木敬, 山下春造, 栗山裕之, 矢野和男: ライフ顕微鏡: 20 人のタペストリーが語る人とセンサと IT の未来, 日立評論, 89(12), 2007.
- [2]R.Agrawal, R.Srikant: "Mining Sequential Patterns: Generalization and Performance Implements", EDBT, 1996