

# デスクワークにおける加速度を用いた行動分析手法の提案および精度の検証

早矢仕 篤弘

Atsuhiko HAYASHI

## 1 はじめに

オフィスにおける業務の効率化は企業にとって重要な課題である。業務の効率化には、どのような行動が効率的な業務なのか、どのような行動が業務効率を低下させているのかという業務内容の分析が必要である。行動の分析手法としてパソコンのログを利用した分析手法、スマートフォンを用いた分析手法がある<sup>1) 2)</sup>。しかし、前者はパソコン作業以外の分析が行えず、後者はスマートフォンを机の上に置いた状態では分析が行えない。このように従来の行動分析手法は、着席状態で様々な作業を行うデスクワークでの行動分析において十分な分析が行えない。

そこで、本研究では腕時計型端末を用いることで執務者の手首の加速度を取得し、執務者のデスクワークにおける作業内容を分析する手法を提案する。また、提案手法を用いた行動分析システムの設計および精度の検証を行う。

## 2 頻出行動の加速度取得実験

### 2.1 実験概要

本実験では、手首の加速度を指標にデスクワークにおける行動の分類が可能かどうかの検証を行うために、デスクワークにおける行動別の加速度を取得する。本実験において検証する行動は、被験者実験により選定した、デスクワークにおける頻出行動であり、腕の動きと関連のある以下に示す動作とする。

1. パソコン操作 (ノートパソコンを操作する)
2. スマートフォン操作 (スマートフォンを操作する)
3. 筆記作業 (手元の白紙に文字を書く)
4. 通話動作 (スマートフォンを用いて通話を行う)
5. 飲食動作 (自由に飲食を行う)

実験は 20 代の男女 6 名に対して行った。手首の加速度の取得には、デスクワークにおいて常時着用が可能である腕時計型端末を使用する。使用する腕時計型端末は Fig. 1 に示す、3 軸加速度センサを内蔵した Polar 社製腕時計型端末「M600」である。

本実験では、デスクワークにおける行動について、実験者が指定した行動を行っている時の加速度を取得した。被験者は利き手に腕時計型端末を装着した状態で検証す



Fig. 1 腕時計型端末 (M600)

る動作をそれぞれ 60 秒間行った。

### 2.2 実験結果

Table1 に示す平均加速度は、被験者 6 名における各動作 60 秒間の加速度平均値である。

	X 軸	Y 軸	Z 軸
パソコン操作	0.14	-1.87	9.52
スマートフォン操作	-2.99	-8.72	-0.06
筆記作業	0.32	-6.29	7.47
通話動作	-8.18	1.08	3.29
飲食動作	-4.24	-4.87	3.38

Table1 より、各動作に 3 軸加速度のどの成分の値が大きい、小さいといった特徴があることがわかる。従って、手首の 3 軸加速度を特徴量として執務者のデスクワークの行動を分類できることが考えられる。

## 3 決定木分析による分類精度の検証実験

### 3.1 実験概要

本節では、前章の実験で取得した加速度を指標に行動の分類を行い、精度を検証する。本研究では行動の分類手法として、教師あり学習のうち、クラス分類に適した分析手法である決定木分析を用いる。また、本研究において決定木分析で用いるアルゴリズムとして CART を採用する。

CART は決定木分岐のアルゴリズムのうち、分岐後のノードにおけるジニ不純度の合計が最も小さくなる変数と閾値を選択し、2 分岐を繰り返すアルゴリズムである。ジニ不純度とは、あるノードにおけるサンプルの偏りを示す指標であり、偏りが大きいほど 1 に、小さいほど 0 に漸近する。c 個のクラスに分類される n 個のサンプルを含むノード t におけるジニ不純度  $I_g(t)$  の計算方

法を以下に示す。

$$I_g(t) = 1 - \sum_{i=0}^c p(i|t)^2, p(i|t) = \frac{n_i}{n} \quad (1)$$

前章で加速度を取得した5つの動作を機械学習による決定木分析を用いて分類を行う。本節では、分析するサンプルとして前章で取得した3軸加速度データを用い、(1)式に示すジニ不純度が小さくなるよう、いずれかの3軸加速度の値で分岐を行う決定木を作成した。

### 3.2 実験結果および考察

6名の被験者の加速度データを教師データとし、テストデータに教師データと同じデータを使用して決定木分析を行った結果をFig. 2に示す。分類の精度は、各動作の全サンプルのうち、正しく分類されたサンプル数の割合として算出した。

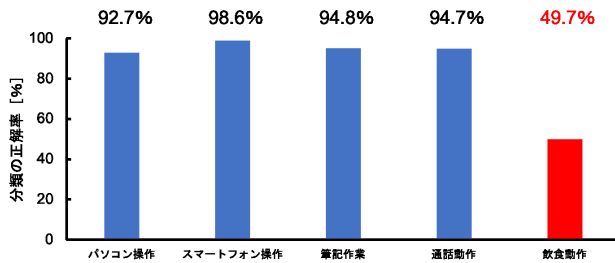


Fig. 2 動作別の決定木分析結果

Fig. 2より、決定木分析の結果、5つの動作を平均86%の精度で分類することができた。動作別では、飲食動作は約50%の分類精度で、他の4つの動作は90%以上の精度で分類可能である。飲食動作の分類精度が低い原因として、飲食動作は他の検証動作に比べて腕の動きが激しく、ある1点における加速度を指標にした分類では精度が低くなることが考えられる。

## 4 行動分析システムの設計および精度検証

### 4.1 システムの概要

提案する手法を用いた行動分析システムは、腕時計型端末に実装した加速度取得アプリケーションとスマートフォンに実装した行動分析アプリケーションで構成される。

執務者が腕時計型端末を利き腕に装着することで、執務動作中の利き腕の加速度データが行動分析アプリケーションに送信される。

行動分析アプリケーションは、腕時計型端末から送信された加速度データを受信し、加速度データから執務者の行動を推測する。分類は、前章で作成した6名の加速度データから作成した分類器によって行う。また、推定された行動内容をスマートフォン画面に表示、およびロ

グの記録を行う。推定する行動は、前章で高い精度で分類ができた行動であるパソコン操作、スマートフォン操作、筆記作業、通話動作とした。

### 4.2 システムの精度検証

本節では、実装したシステムの精度を検証するため被験者実験を行った。被験者は、本システムを利用して分類動作であるパソコン操作、スマートフォン操作、筆記作業、通話動作をそれぞれ1分間行った。被験者は20代の男女6名とした。精度は、各動作時に取得した全加速度データのうち、推定動作と実際の動作が一致したデータの割合として算出した。動作別の分類精度をFig. 3に示す。

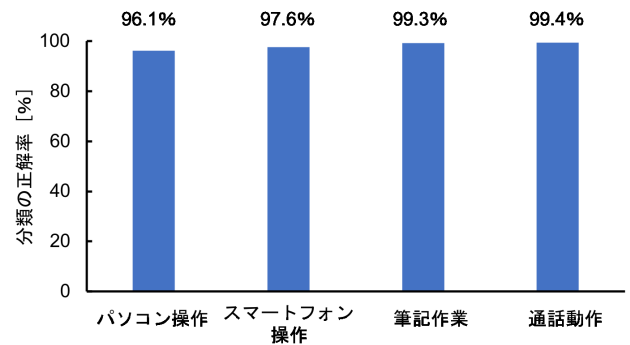


Fig. 3 動作別の分類精度

Fig. 3より、4つの動作が9割以上の精度で分類できていることがわかる。3軸加速度のみを特徴量とした分類器で十分な分類精度を持つシステムを設計できたと考えられる。

## 5 結論

本研究より、デスクワークにおける行動において、手首の3軸加速度を特徴量にすることで執務者の行動分類が行えることを示した。しかし、飲食動作は瞬間の3軸加速度のみを特徴量とした分類では精度が低くなるという問題がある。この問題を解決するために、単位時間における加速度の変化量や、平滑化した加速度などの特徴量を増やすことで分類器の精度を向上させることが今後の展望として考えられる。

## 参考文献

- 1) 大内一成, 土井美和子: "スマートフォンを用いた生活行動認識技術", 情報処理, Vol.54, No.6, pp.578-581, 2013.
- 2) 鳥羽, 森, 恵木, 櫻井: "PC操作ログと映像ログを用いた業務行動モニタリングシステムの初期検討", 情報処理学会, コンピュータビジョンとイメージメディア, No.2010-CVIM-172, pp.1-8, 2010.