

## 加速度計データを利用した学習者の活動状態の分析と学習者支援の検討

### A Study on Analysis of Learners' Activities and Support for Learners Using Accelerometer Sensor Data

多川 孝央<sup>\*1</sup>, 山川 修<sup>\*2</sup>, 安武 公一<sup>\*3</sup>

Takahiro TAGAWA<sup>\*1</sup>, Osamu YAMAKAWA<sup>\*2</sup>, Koichi YASUTAKE<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>九州大学 情報基盤研究開発センター

<sup>\*1</sup>Research Institute for Information Technology, Kyushu University

<sup>\*2</sup>福井県立大学 学術教養センター

<sup>\*2</sup>Center for Arts and Sciences, Fukui Prefectural University

<sup>\*3</sup>広島大学大学院 社会科学研究科

<sup>\*3</sup>Graduate School of Social Sciences, Hiroshima University

Email: tagawa.takahiro.855@m.kyushu-u.ac.jp

あらまし：本稿では、加速度センサのデータを用い学習環境における個人の活動状態や集団の状態を分析し学習を支援する手法について、機器とそれを用いたデータの収集、分析事例の紹介を通じて検討を行う。一般には高いサンプリングレートのセンサを用いることが望ましいが、時間的な面での精度（サンプリングレートの高さ）の必要性は分析手法によるということもいえる。

キーワード：加速度センサ，学習者支援

#### 1. はじめに

近年各種のセンサ類は安価になると同時に通信機能と結びついて利用されるようになり、広く普及してきている。これらのセンサから得られる情報は学習・教育環境においても学習者の状態を把握し学習を支援するために利用できると期待できる。本稿ではこのようなセンサ類のうち単純で広く普及している加速度センサにより教育実践の場でデータを収集し分析を試みた事例を紹介し、このようなセンサ類を用いた学習支援の可能性について検討する。

#### 2. 加速度センサ

通常加速度センサは機器本体の内蔵する素子に対してのxyz三軸の各方向の加速度の値を出力する。これらの情報はそれ自体で対象の体位（姿勢）や運動の状態、またその変化についての情報を提供し、さらに他のセンサ（例えばGPSなど）の情報と組み合わせることで対象の物理的な所在や状態などを詳細に把握するのに役立つ。また、各軸のまわりの回転についての角加速度の値も含め六軸の情報を出力するセンサも存在する。本稿では基本的な三軸の加速度の情報のみをもとにした分析を紹介する。

#### 3. 加速度データの分析と活動の把握

加速度センサを人体（被験者）に着用させ活動状態を把握するという場合、センサが出力する三軸の加速度の値を一軸に変換しさらに重力の影響を除去して得られた値について、その増減を被験者の身体の動きの様子を示すものとして観察することが多い。この一軸に変換した加速度の値がゼロ軸をまたぎ増減する周期をゼロクロスの周期と呼び、単位時間内の加速度の値の増減の回数をこの周期に基づいて算

出した値をゼロクロス周波数と呼ぶ。この周波数について、人間の行動の種類とその行動に伴う周波数は一定の範囲で対応することが指摘されている。

多くの場合加速度センサは一定の間隔（サンプリング周波数）で三軸の加速度の値を出力する。このサンプリング周波数は上記のゼロクロス間隔や周波数の計算の精度に影響するため、これらの値を着用者の活動の分析に用いる場合、一般にはサンプリング周波数がより高いほうが望ましい。

加速度データにより着用者の活動状態を把握し、その情報を学習支援に用いる場合、最も単純な方法は、能動的な活動の代表的な身体活動を選びその活動と対応する周波数の値が観察される頻度から活動の活発さを計測しようとするものである。

そのほか、集団の中で二者の活動内容が似通っていることを周波数の値が近いことから判断し、ある時間帯の中での活動の類似度を算出することで全体の中で活動を共にする、すなわち協調的な関係にあることを推測することも可能である<sup>(1)</sup>。



図1 「ちょっとすごいロガー」本体とバッテリー（名札ケースに入れたもの）

#### 4. 機器の紹介

本稿では「ちょっとすごいロガー(Ninjascan-light)」(<https://github.com/fenrir-naru/ninja-scan-light>)を使った学習者の活動のデータ収集と分析の試みを紹介する(図1)。この機器は加速度センサの他GPSや地磁気センサ等数種類のセンサを搭載し、データは本体のスロットを介してmicroSDカードに記録される。われわれはこのうち加速度の出力データを分析に用いた。加速度センサのサンプリング周波数は100Hzである。データ収集にあたってはこの機器を名札ケースに収め学生に首からかける形で着用させた。

#### 5. データ収集と分析の事例

ここでは2017年に実施された大学間連携の学習プロジェクトと、同年のある大学の1回の授業の、合計2種類の教育実践を対象として、収集を行ったデータとその分析について紹介する。前者の事例では約20名の学生が野外見学と見学終了後の議論を1日(ケースA)、また屋内でのグループでの議論と作業を計2日(一日ずつケースBとCとする)行ったものを分析の対象とする。一方後者の事例(ケースD)はで約30名が通常の形式(座学)の授業を受講した室外で軽い運動(歩行)を行っている。

##### 5.1 身体運動の持続時間の分布による比較・分析

ケースAからDのデータについて、ゼロクロス周期の平均値との比較により身体の活動・静止について判定し、活動が持続する時間長について被験者全体を対象として分布を観測した。この分布は先行研究において個人および集団の心的状態との関連性が指摘されている<sup>(2)</sup>。ケースBとCは対象者と活動内容が同じであり、AはBおよびCに対し活動内容が異なる。一方Dはそれらに対して対象者の集団も活動内容も異なる。しかし、これらのケース間で活動の持続時間の分布に差異はほぼ見られなかった。

##### 5.2 身体運動の周期の分布による比較・分析

同じくケースAからDまでについて、対象者の身体運動を前述のゼロクロス周期(時間長)の出現頻度(回数)の分布によって比較した(図2)。このときならかな分布を示すケースBとCに比べ、AとDにはある値(500ミリ秒)の周囲により大きな出現

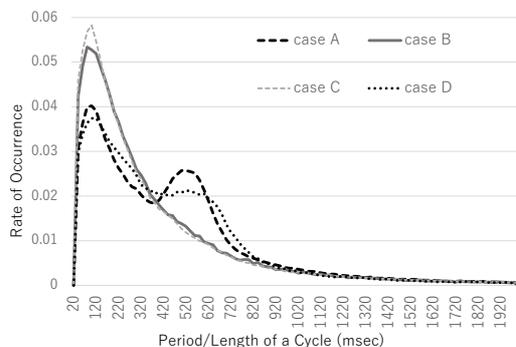


図2 ゼロクロス周期の分布の比較

頻度の集中した分布が見られた。ケースAとDに共通した特徴は室外での身体活動を含んでいることにあり、またAとDで特徴的な分布となっている時間長の値は、歩行などの身体運動について知られている周波数の値(2Hz前後)と符合する。ここから、加速度データの観測より集団および個人の活動状況を推測することが可能となると期待できる。

##### 5.3 アンケート調査との組み合わせによる分析

ケースDのうち授業(座学)を行っている時間帯を切り出し、学生個人ごとに5.1節と同じ方法で調べた活動の持続時間の分布と、内省力や対人的な知的能力など学力のある側面と関わる情動知能(Emotional Intelligence)<sup>(3)</sup>に関するアンケートの結果の相関を調査した。ここでは運動の持続時間の分布がべき分布に近いと考え、分布を両対数グラフとしてプロットし一次関数(直線)で近似して得たべき指数の推測値を相関を調べる対象とした。その結果、この推測値についてアンケートの結果との間に弱い負の相関が見られた。これから、加速度データは情動知能の値を推測する手がかりとはなり得ること、しかし精度の高い推定に用いるには不十分であることが伺える。また、べき指数を推定するのに用いた分布のグラフは、持続時間が0.01秒と0.1秒の間から1秒あるいは10秒までの範囲でほぼ直線となる形の分布を示している。このことから、活動の持続時間の分布の分析を行う際にはサンプリング周波数は100Hzよりもある程度小さく、10Hz前後でも充分である可能性も考えられる。

#### 6. 学習支援への活用の可能性について

これまでに述べたように加速度センサは学習者個人の活動の状態や傾向、身体運動に現れる学習と関わる特性などを把握または推測するのに役立つ。また複数の学習者のデータを分析対象とすることで学習者をグループに切り分け分析することが可能となる。特に、学生の多くが所持するスマートフォンが内蔵する加速度センサからこのような情報を収集し集約することにより、低コストで教員に学習支援のための情報を提供できる環境が構築可能となると期待できる。

##### 参考文献

- (1) 多川孝央, 田中洋一, 山川修: “加速度計データに基づく協調関係の推測の実験的検討”, 教育システム情報学会誌, Vol. 34, No.2, pp. 98-106 (2017)
- (2) Nakamura, T. et al.: “Universal Scaling Law in Human Behavioral Organization”, Physical Review Letters, Vol.99, No.13, 138103 (2007).
- (3) Goleman, D.: “Emotional Intelligence: why it can matter more than IQ”, Bloomsbury, London (1996).