

スマートウォッチを利用した学習者の身体活動・心的状態の 情報収集システムの検討

A Study on Data Collection System from Smartwatches for Analysis and Observation of Physical Activities and Mental States

多川 孝央^{*1}, 山川 修^{*2}

Takahiro TAGAWA ^{*1}, Osamu YAMAKAWA^{*2}

^{*1}九州大学 情報基盤研究開発センター

^{*1}Research Institute for Information Technology, Kyushu University

^{*2}福井県立大学 学術教養センター

^{*2}Center for Arts and Sciences, Fukui Prefectural University

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

あらまし: 本稿では, スマートウォッチを用いて教室その他の学習環境における学習者の生体情報を収集するシステムと, その試験運用によって得られたデータから個人の活動状態や集団の状態について分析する試みを紹介する. 加速度計のデータの分析からは学習者の活動の特徴は顕著には見受けられなかった一方, 心拍計のデータからは授業の進行に対する反応と思われる似たタイミングでの緊張およびリラックスの様子を観察することができた.

キーワード: 加速度センサ, 心拍センサ, ウェアラブルセンサ, スマートウォッチ

1. はじめに

スマートウォッチは複数のセンサを内蔵しその情報をスマートフォン等の機器に送信する機能を有すること, また近年安価となってきたことから, 研究および教育支援の目的で, 学習・教育環境に導入し学習者の状態や行動を把握するために利用することが期待できる. 本稿ではその見地から, 1クラス程度の人数を対象としてスマートウォッチのセンサデータを収集するシステムを試用し, 実際の授業環境においてデータの収集を行った事例と, そのデータの分析の試みについて紹介する.

2. データ収集システムの概要

ここでは本研究で用いたデータ収集システムについて紹介する(図1). 学生の着用するスマートウォッチは「ゲートウェイ」と呼ばれる機器と BLE beacon によって接続し, そのゲートウェイは WiFi を経由してデータ収集用の PC と接続している. ゲートウェイと PC は MQTT プロトコルに基づいて通信を行い, ゲートウェイは MQTT プロトコルにおける「パブリッシャ」としてデータを送信し, PC 上にインストールされたプログラムである mosquito が「ブローカー」としてそのデータを受信, さらにデータは「サブスクライバ」に転送され, PC 上の MySQL データベースに格納される. このプロセスにおいては, ゲートウェイから PC にデータが転送されるタイミングで時刻の情報(タイムスタンプ)が付加される. ゲートウェイはスマートウォッチから受信したデータを毎秒 25 回転送し, このためデータ収集のサンプリン

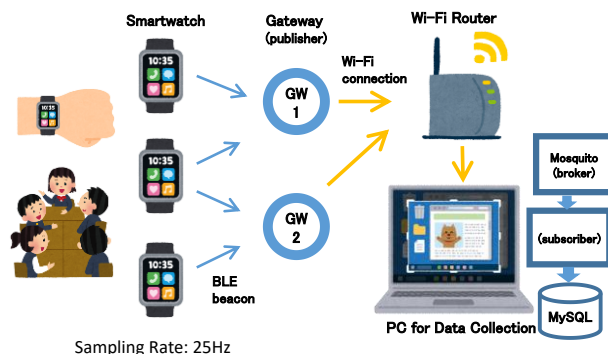


図 1 データ収集システムの概念図

グ周波数の理論値は 25Hz となる. また, 今回使用したスマートウォッチは 3 軸の加速度センサと光学式の心拍センサを内蔵している. 後述のデータ収集の試行では 28 個のスマートウォッチと 2 個のゲートウェイを用いてセンサのデータを収集した.

3. データ収集の試行

我々は上記のシステムを用いて, 教室内での授業においてデータの収集を試みた. 対象は福井県立大学で 2019 年 12 月 4 日に実施された授業の 1 コマであり, 対象者は 27 名の学生と 1 名の教員である. この授業では学生は 4 名から 5 名のグループに別れ, それぞれのグループでディスカッションを行い, さらにグループ内から 1 名を代表としてクラス全体に対するプレゼンテーションを行った. この授業を対象として学生にスマートウォッチを着用させ収集したデータを, 次に紹介する分析の対象とする.

4. データ分析手法の検討

ここではデータ分析の試みと分析手法の検討について触れる。収集したデータより、学生のデータ4件と教員のデータ1件を対象として、加速度データと心拍データを対象とした分析の試行を行った。

加速度のデータを用いて人間の活動などを把握するために、身体の動きを振動の周波数として把握する方法がしばしば用いられる。歩行、対話、タイピングなど活動の内容と身体の動きの周波数の値が対応する傾向があることなどが知られている⁽¹⁾。図2は加速度データより算出した3名の学生の動きの周波数の変化のグラフであるが、ここでは増減の様子の類似性や時間帯での特徴などは見られない。これは、教室内のディスカッションなどにおいては特定の個人による連続した動きが行われることは少ないという、対象事例の特徴を反映したものと思われる。

心拍計のデータの分析では心拍数がよく用いられる。図3はスマートウォッチにより収集した対象者の心拍数データをグラフ化したものである(ただし11番の心拍センサが途中で動作を停止しており、以後のデータが欠けていることに注意)。このグラフからは着用者間の傾向や値の増減に関する特徴などは見受けられない。心拍数の大小は運動強度と対応することが知られているが、一般の授業では激しい運動が行われることはなく、これが明らかな傾向が見られない原因であると考えられる。次に心拍数に代わるものとしてCVR-R(Coefficient of variation of R-R interval, R-R間隔変動)と呼ばれる指標値の変化をグラフ化したものを図4に示す。CVR-Rはある時間帯における心拍間隔の値の標準偏差を平均値で割って得られる心拍間隔の変動の指標値であり⁽²⁾、自律神経の状態と関連して値の大小により対象者の心的状態(リラックスあるいは緊張)を把握する簡易指標としてしばしば用いられる。図に見られる通り、全ての時間帯で一貫しているわけではないが学生間で増減の様子に似通った箇所が見られ、これらは授業の中で割り当てられた活動内容に対する学生の内心の反応の共通性を示すものと理解することができる。ここから、スマートウォッチのデータを通じ学習環境における個人の心的状態や学習者の集団における雰囲気等の推測が可能となり得るものと期待できる。

5. おわりに

本稿ではスマートウォッチを用いた学習者の活動と心的状態に関連するセンサデータの収集と分析の試行について紹介した。収集したデータの一部からは学習者やその集団の心的状態を分析できる可能性が示唆されており、今後はここから学習支援や、Social and Emotional Learning(SEL)の実践または研究への応用が期待できる。一方、今回のデータ収集の試行は開発を進めている段階でのものであり、収集されたデータの欠損やタイムスタンプの重複といった問題への対応を分析の段階で行う必要があった。

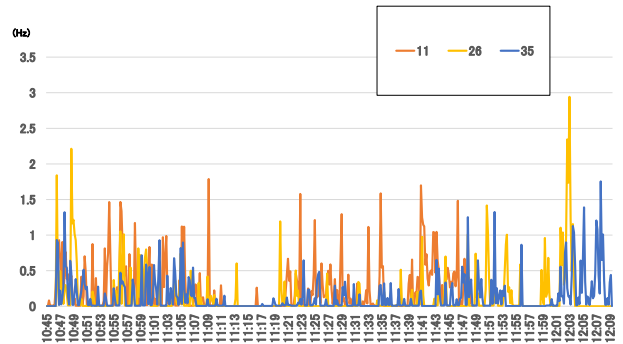


図2 身体の動きの周波数のグラフ

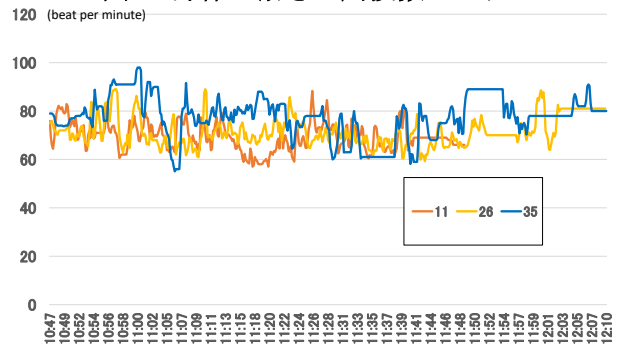


図3 心拍数の変化のグラフ

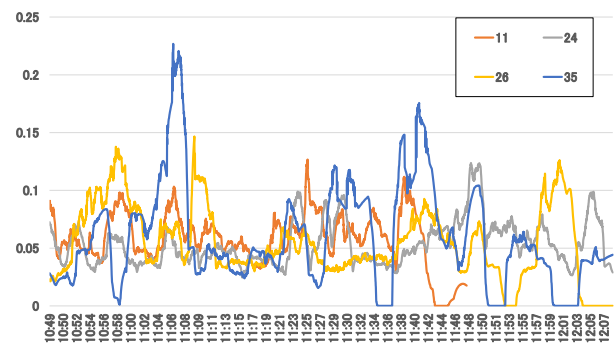


図4 CVR-R の変化のグラフ

研究および教育への応用のためにはこれらの点を改善し、さらに分析手法の検討を進める必要がある。

謝辞

本研究で用いたデータ収集システムはアイオーフィット社(<https://iofit.co.jp/>)により構築されました。また、授業でのデータの収集にあたり、福井県立大学の学生の皆様にご協力を頂きました。以上の皆様に感謝します

本研究は科研費 JP17K01135, JP16H03083 および JP20H01725 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) Ara, K., Akitomi, T., et al., Integrating wearable sensor technology into project-management process, Journal of Information Processing, Vol.20, No.2, pp.406-418 (2012).
- (2) Malik, M., et al., Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. European Heart Journal, 17(3), 354-381(1996).