

# 脈波及び生体情報を用いた集中状態推定精度の検証

内田 昂 (15813013)

ロペズ研究室

## 1. はじめに

日本の学校教育では、1人の教員に対し多数の学生が学ぶ形式が一般的である。このため、教員が学生個人の学習状態を把握することは難しい。この問題に対し、学習時の集中状態を計測して、教員や学生自身に学生の授業態度を振り返る機会を与えることができれば授業の効率が向上すると考えられる。

本研究では生体センサを用いた勉学の効率化に向け、集中状態推定の精度検証を行う。

## 2. 関連研究・従来研究

センサを用いた状態推定として、ユーザの姿勢を利用した眠気検出に関する検討がある[1]。SenseChairと呼ばれる圧力センサが内蔵された椅子を用いるが、学校などの現場における導入を考慮すると高コストという問題がある。また、生体信号を用いた状態推定として、脳波を利用したモチベーション分析手法の提案[2]や、指先皮膚温度変化を利用した集中力推定方法に関する考察[3]があるが、いずれも装置の規模が大きく、長時間頭や指先にセンサを付けている状態を煩雑である。

本研究の従来研究として、体動センサを用いた集中力推定精度の検証[4]がある。被験者の右ポケットと椅子の背もたれにスマートフォンを、右手首にスマートウォッチを用いて教師あり学習による推定精度の検証を行い、最大で86%の精度を得られた。

本研究では単一のデバイスを用いて手首と耳朶からのセンシングを行い、より自然な環境における精度の維持、向上に向けて検証を行う。

## 3. 計測デバイスの作製

脈波、体動情報の取得にあたり、スマートフォンやスマートウォッチなど既製品を用いたセンシングが理想的であるが、体動情報と同時に脈波の生データを取得できるデバイスは現時点で存在しない。そこで本研究では、Arduinoの互換機であるTinyCircuits製のTinyduinoをマイコンとして使用した腕時計型

の計測デバイスを作製した。3Dプリンタで作成したケースに重ねた基盤を収め、脈波センサを接続することで加速度、方位、角速度、脈波を同時に取得することができる。デバイスは一般の腕時計やスマートウォッチより軽いため、ユーザの負担をかけずに計測することが可能である。図1に計測デバイスの写真を示す。

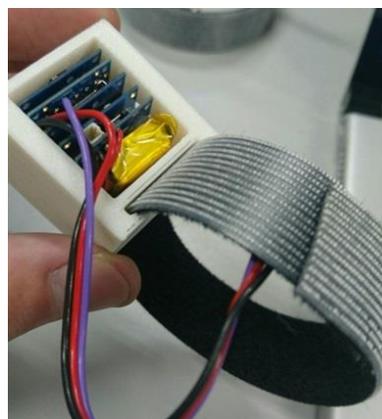


図1 計測デバイス外観

## 4. 集中状態の定義

人間の集中状態評価は客観的な指標がないため、判定が困難である。このため、実験を行う前に集中の定義について検討する必要がある。人間は集中状態にあるとき、脳内でドーパミンや甲状腺刺激放出ホルモンと呼ばれる脳内物質が分泌されることが確認されているが、医学的観点から定義を与えると評価に大規模な医療用機器が必要となる。本研究では心理学的観点から、集中状態を「実行している仕事に必要な感覚のみを適切に働かせ、必要のない感覚を働かせないこと」と定義した。本研究では実行している仕事として勉学を想定しているが、ヒトの五感の中でも視覚が特に働くと考えられる。このため、視覚を適切に使っているかを集中状態の判断材料として用いる。

## 5. 実験概要

研究室に所属する学生 10 人を対象に実験を行った。実験場所として、普段被験者が勉学に臨む研究室を選択した。被験者にとって極力自然な環境で実験を行うことが望ましいためである。右手首に計測デバイス、右耳朶に脈波センサを装着した状態で 30 分間普段通りの勉学を行ってもらい、実験中の被験者を撮影した。従来研究と同様に、撮影した動画は 1 分ごとに分割した上でそれぞれについて目視で集中状態を主観的に A, B, C, D の 4 種に評価した。

状態 A は、被験者が勉学に関連する対象に目を向けている集中状態とした。これに対し、状態 B を勉学とは関連のないものに目を向けている非集中状態とする。スマートフォンなどの使用がこれにあたるが、研究で用いるデバイスとしてスマートフォンを使っている場合などはこの限りではない。状態 C は被験者が会話している状態とした。D は 1 分間ごとの動画評価において状態 A, B, C が 1 回以上遷移した状態した。集中状態の変化は非常に曖昧であり正確な判定できないため、本研究では状態 D を追加し、この項目のデータは除外した。

## 6. データ分析と結果

前処理として、動画だけではなくセンサデータも 1 分ごとに分割した。加速度と方位は平均値と分散値、角速度は分散値、脈波は pNN50 を、作成したプログラムで 1 分間ごとに算出した。pNN50 は迷走神経緊張強度の指標の一つであり、リラックス度合いを計測する際に用いられる。この上で、同じ時間内の集中状態評価を関連づけ、分析を行った。

分析は結果を視覚的に表示できる J4.8 アルゴリズムによる決定木と、非線形な問題を解くことが可能な多層パーセプトロン(MP)を用いる。これらをパラメータ調整して学習を行い、推定結果に対し交差検証を行った。

図 2 は各分類数による最大精度の比較である。それぞれの精度は pNN50 を含む様々な特徴点の組み合わせで最大のものである。従来研究では状態 A, B, C の 3 分類による分析に加え、状態 C を除外した状態 A, B のみの分析を行った。本研究でも精度の比較を

行うため同じ手法で分析を行ったが、会話状態である状態 C を勉学に関する会話であるかを基準に、さらに C1, C2 に分類し、これを分析した。

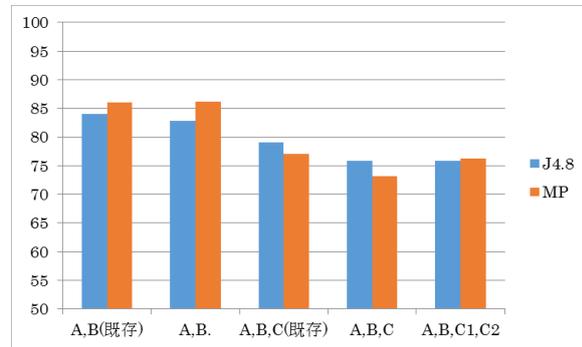


図 2 各分類数による最大精度の比較

既存手法から精度の向上を実現することはできなかったが、単一のデバイスで精度の維持が出来たことが分かる。状態 A, B, C による分析では既存手法を大きく下回っているが、C を C1 と C2 に細分化したことで、J4.8 アルゴリズム、多層パーセプトロンの両方において 75%以上の精度を得ることが出来た。

## 7. おわりに

本稿では生体信号を利用した集中状態推定の精度検証を行った。また、本研究で単一デバイスでの精度の維持を実現することが出来た。精度の向上が見られなかった要因として、経験的にパラメータ調整を行ったことが挙げられる。今後はより詳細な学習を行い、精度の向上及び集中状態のフィードバックを行うシステムの実装を目指す。

## 8. 参考文献

- [1] 宮崎陽平, 池田和章, 中島康裕, 伊藤雄一, 尾上孝雄: SenseChair を用いた眠気検出に関する検討, インタクション論文集(2014)
- [2] 新島有信, 藪内勉, 篠原章夫, 定方徹, 小林稔: 指先皮膚温度変化に基づく集中力推定方法に関する考察, IECE Technical Report(2013)
- [3] Ioana Ghergulescu, Cristina Hava Muntean: A Novel Sensor-Based Methodology for Learner's Motivation Analysis in Game-Based Learning, Interact. Comput(2014)
- [4] 佐原洋輔: 体動センサを用いた集中力推定精度の検証(2016)