

デスクワークにおける精神疲労度合いの推定に関する研究

東海林 可奈（15814043）

ロペズ研究室

1. はじめに

事務や勉強等のデスクワーク時における作業効率には、休憩の取り方が関係する。休憩を挟まない学習より、挟みながら行う学習の方が作業効率は向上すると言われており、休憩を挟むことで精神疲労による集中力の低下を防ぐことが出来る[1]。休憩をとることの必要性から現在では、休憩を促すアプリケーションソフトウェア（アプリ）や精神疲労を計測する機器などが登場している。しかし、現状の休憩を促すアプリはユーザが時間を定めて使用するものであり、精神疲労状態から休憩を促すものではないため、効率の良い休憩は取れていない可能性がある。また、現状の精神疲労度合いを計測する疲労・ストレス測定システムといった機器では、身体の動きを拘束するものが多い[2]。

そこで本研究では、デスクワーク時の作業を想定した課題を行っている間の心拍変動を計測、分析し、精神疲労度合いを推定する手法を提案する。

2. 関連研究

関連研究として、心拍変動から他ユーザと比較可能な精神疲労水準を推定する手法が挙げられる[3]。この研究から、精神疲労は心拍変動に影響を及ぼすことが示唆されてる。しかし、精神疲労を発生させるために用いている Advanced Trail Making Test (ATMT) の R 課題のスコアの低下を精神疲労増幅時とみなしており、実際の被験者の疲労感を用いた推定は行われていない。また、個人の精神疲労度合いの推定は成されていない。

ATMT とは、ディスプレイに表示された数字（通常 1~25）を順にタッチしていくテストであり、R 課題とは、タッチする度に配置が変わるものである。

3. 精神疲労度合い推定実験

デスクワーク作業時の心拍変動から精神疲労度合いを推定することは可能であるか明らかにするため、精神疲労度合い推定実験を行った。

食事は心拍に影響を及ぼす恐れがあるため、実験 1 時間前の食事を禁止とし、11:30~17:00 の間に行った。また外的要因による影響を防ぐため 1 人部屋で実施し、部屋の気温は 21 度~23 度とした。ATMT は、精神疲労を増幅させるために、11~35 までを順にタッチする仕様に変更した。計 20 セット、計 500 個のマーカーをタッチしたら終了とする。また、終了条件を伝えるグループ（グループ 1）、伝えないグループ（グループ 2）に分けて実験を行った。

実験開始前、終了後と実験中の 1 分おきに、主観疲労感評価を日本疲労学会の疲労感 VAS 検査用紙を基に実施した。実験中の主観疲労感評価のみ用紙ではなく、画面上で実施した。心拍変動はユニオンツール社の小型心拍センサ WHS-2 を使用し、胸部に装着して心拍間隔の計測を行った。

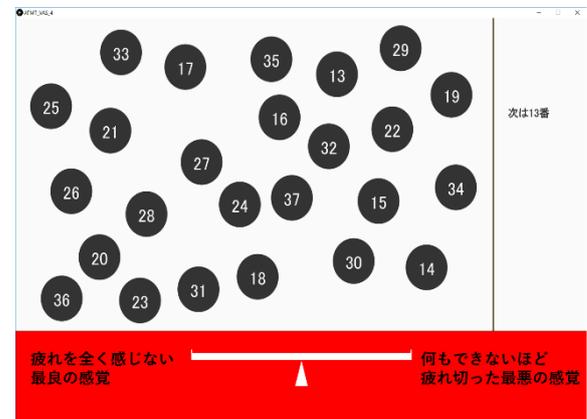


図 1 ATMT 実行画面

4. Weka を用いた学習・分析

被験者は健康な成人男性 15 名、女性 5 名である。20 名のデータから、計 534 の疲労感 VAS 検査データを得られた。

実験により得られた心拍間隔データと疲労感 VAS 検査のデータを用いて分析を行う。心拍間隔データから全 23 の心拍変動指標を算出した。算出指標は、Mean, Median, SDNN, RMSSD, SDDSD, HR, pNN25, pNN50, SD1, SD2, VLF, skewness, kurtosis, VLF percent, LF, LF percent, LF norm, HF, HF percent,

HF norm, TP, LF/HF, HF/LF である。

実験中の疲労感は VAS 値として 0~1000pixel で取得後、値を均等に 3 分割、5 分割行うことで、精神疲労度合いを求めた。印象分析では一般的に 3 段階から 7 段階で評定を行うのが一般的であり、今回その中でも 3 分割、5 分割を採用した。

5 分割の場合は疲労感の低い方から順に ABCDE とした。以上心拍変動指標を説明変数、3 段階および 5 段階の疲労感を目的変数として扱い分析を行う。

4.2 Weka による学習・分析結果

学習には計 389 データで実施した。3 段階では A が 83, B が 209, C が 97 データである。5 段階では A が 18, B が 106, C が 122, D が 121, E が 22 データである。学習には機械学習アルゴリズムの実行・開発が行える Weka を用いた。

用いた学習は、データ数が少なくても精度が落ちず高速で分析が可能な J4.8 と長時間を要するが高度な分析が可能である多層パーセプトロンである。

これらを学習に用いて、推定結果に対し交差検証を行った。説明変数の指定の際、前 23 指標のうち単一指標のみを使用する方法、Weka 内の属性選択アルゴリズムで指標選択を行う方法を用いた。

単一指標での結果は、3 段階では精度が高いものから順に、Median60.9%, HR60.2%, Kurtosis53.7%となった。5 段階では、HR57.6%, Median56.2%, Mean53.7%となった。属性選択アルゴリズムを用いた結果は、3 段階では RMSSD, pNN25, pNN50, SD2, kurtosis の計 5 指標が選択され、71.7%となった。5 段階では、MEAN, HR, pNN25, pNN50, SD1, SD2, Kurtosis の計 7 指標が選択され、66.5%となった。またそれぞれの学習において、正誤判別表を求めた。属性選択アルゴリズムを用いた際の 3 段階および 5 段階における正誤判別表を表 1, 表 2 に示す。縦軸が実際の評価、横軸は識別された評価である。

表 1 3 段階における正誤判別表

	A	B	C
A	58	23	2
B	39	145	25
C	2	19	76

表 2 5 段階における正誤判別表

	A	B	C	D	E
A	16	0	2	0	0
B	0	86	15	4	1
C	3	12	57	49	1
D	1	5	21	85	9
E	0	3	0	10	9

5. 考察

単一手法のみでの学習結果から、精神疲労は心拍全体に影響を及ぼすことが示唆された。属性選択アルゴリズムでの指標選択・学習結果より、pNN25, pNN50, SD2, kurtosis は精神疲労推定において重要な指標であることが示唆された。また、3 段階および 5 段階での正誤判別表より、隣接間での誤判定が多いことから、精神疲労度合いの分割数や分割方法に問題があると考えられる。よって、それらを本研究の結果を基に調整することで精度向上が見込まれると考えられる。

6. おわりに

本研究では、デスクワーク時の精神疲労増幅時に休憩を促すことで、作業効率の向上が見込まれると考え、デスクワーク時の精神疲労度合いを心拍変動から推定することは可能であるか検証を行った。その結果、精神疲労は心拍に影響を及ぼすと共に、pNN25, pNN50, SD2, kurtosis は精神疲労推定において重要な指標であることが示唆された。

今後の展望として、リアルタイムでの精神疲労度合い計測を目指し、休憩を促すシステムの開発を行い、実作業導入時における効果検証をしていきたい。

参考文献

- [1] 株式会社ベネッセホールディングス, 勉強時間と学習の定着・集中力に関する実証実験
<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000562.000000120.html>
- [2] 株式会社日立システムズ: 疲労・ストレス計測システム
<https://www.hitachi-systems.com/solution/S1301/fses/>
- [3] 角田啓介, 千葉昭宏, 千明裕, 吉田和広, 渡部智樹, 水野理, 心拍変動を用いた認知能力水準の逐次推定, 情報処理学会論文誌 58(2), 568-579, 2017-02-15