

スマートウォッチを用いた人の状況判定システムの開発

Development of a Situation Detection System Using Sensors of Smart Watch

多田 有輝† 伊藤 淳子† 宗森 純†
Yuki Tada Junko Itou Jun Munemori

1. はじめに

近年、腕時計型のスマートデバイスであるスマートウォッチの普及により、誰でも手軽に自分の心拍数を測定することが可能となった。スマートウォッチは、日常生活の邪魔をすることなく、手軽に心拍を測定することができることから、心拍を応用したシステムが期待されている。

心拍は安静にしている状態でも、自律神経系や内分泌系による調節、体位、運動、精神活動の状態によってたえず変化している[1]。そのため、心拍の変動をみれば、様々な生体情報の分析ができる可能性がある[2]。例えば、心拍間隔 (RRI) が長くなる (=心拍数が減る) と眠気が出る事が報告[3]されており、ブレイン・ストーミングと心拍との関係を調べた研究では、心拍数の分散が 10 を超えたとき、アイデアの質が下がっている事が示唆されている[4]。さらに、計算課題の成績と心拍数の関係を分析した研究[5]では、心拍の上昇率と計算課題の正解数の変化率との間に強い負の相関があり、計算課題を課された際、心拍数が大きく上昇する被験者は、計算課題の成績が大きく下がる可能性が高いことが示されている。

本研究では、心拍と計算課題の成績との関係に注目した。計算課題解答中、心拍の分散が大きくなったとき、解答を中断し、心拍の分散が小さくなったとき、また解答を再開する。このように、分散が大きくと、誤答が出やすいとされるときに、解答を中断することで、計算課題の作業の質が向上するのではないかと考え、システムを開発し、検証を行う。

2. 状況判定システム

2.1 概要

本システムは LG G WatchR (LG) と Nexus5 (LG) を用いた Android アプリケーションである。LG G WatchR は心拍センサが搭載された腕時計型のスマートデバイスであり、Nexus5 は Android OS のスマートフォンである。LG G WatchR で心拍数を取得し、Nexus5 に送信する。Nexus5 は受け取った心拍数を用いて、心拍数の分散を計算する。LG G WatchR と Nexus5 は Bluetooth を介して、互いに通信している。本システムは、計算課題解答中、心拍数の分散の計算結果が 10 以上だった場合、休憩するよう通知する。休憩中、分散の計算結果が 10 未満になった場合、計算課題を再開するよう通知する。

2.2 機能

LG G WatchR が 5 秒に一度、心拍数の値を Nexus5 へ送信する。Nexus5 は 30 秒ごとに、受け取った最新の 12 個の心拍数の値を用いて、心拍数の分散を計算する。その計算結果が、分散 10 以上のとき休憩するよう通知する(休憩通知)(図 1)。休憩中、分散の計算結果が 10 未満になった場合、計算課題を再開するよう通知する(再開通知)(図 2)。

通知は、LG G WatchR のバイブレーション、Nexus5 のバイブレーション、音、画面表示で行う。

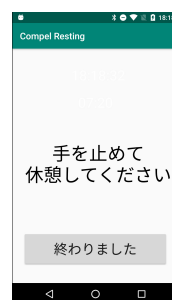


図 1 休憩通知

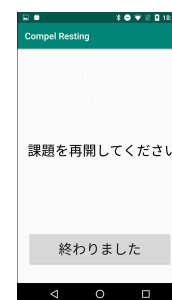


図 2 再開通知

3. 実験

3.1 概要

本システムを使用し、休憩通知、再開通知に従いながら計算課題を解答する実験を行う(以下、システム有り)。比較実験のため、休憩開始と作業再開を被験者の判断で行いながら、解答をする実験(以下、システム無し)を行う。本実験での休憩とは、座ったまま、深呼吸、軽い伸び、疲れた腕を振るなどを指し、離席やストレッチ、トイレ、スマートフォンなどの他のデバイスを操作するなど、作業から大きく離れたり、心拍数が著しく変動したりすると思われる行為は禁止した。計算課題は、単純計算を繰り返し、大きな作業負荷をかけることができる、内田クレベルン検査[6]の問題形式を参考に作成した、一桁の足し算 1,200 問である。被験者は、大学院生 1 名、大学生 11 名の男性 7 名、女性 5 名で行った。

本実験での、計算課題の作業の質が改善したかどうかの評価指標は、誤答数と書き直し数を用い、システム有りの結果と、システム無しの結果を比較し評価する。

3.2 実験手順

実験は以下の通りの手順で行った。

- ① デスクに着席後、実験当日の体調を問う、事前アンケートを回答する。
- ② LG G WatchR を装着し心拍の計測を開始する。
- ③ 5 分間、計算前の心拍を記録する。その間、被験者は安静状態を取る。
- ④ 計算課題を行う。
- ⑤ 計算課題終了後、5 分間計算後の心拍数を記録する。その間、被験者は安静状態を取る。
- ⑥ システムの評価を問うアンケートを解答する。

安静状態とは、椅子に座り、大きな体動を行わない状態である。安静状態は、計算課題解答中の心拍数の変化を見るためであり、また被験者の実験前の行動による計算課題解答中の心拍への影響をなくすためにも行う。

3.3 実験結果

システム有りで行った実験と、システム無しで行った実験の誤答数と書き直し数、対応のある t 検定を行った結果を表 1 に示す。それぞれの被験者の休憩した数と、休憩した時間を表 2 に示す。実験終了後に行った 5 段階評価のアンケート結果を表 3 に示す。また、図 3 に心拍の分散の例を示す。薄い赤色の網掛けの部分が、休憩している部分である。

表 1 誤答数と書き直し数

	誤答数		書き直し数	
	有	無	有	無
平均値	2.9	2.0	21.2	20.9
中央値	2.0	2.0	20.0	20.0
P 値	0.09		0.73	

表 2 休憩回数と休憩時間

	休憩回数 (回)		休憩時間 (秒)	
	有	無	有	無
平均値	5.3	1.8	430	30
中央値	3.5	1.5	225	13

表 3 システム有りのアンケート結果

項目	質問内容	平均値	中央値	最頻値
1	休憩通知の頻度は適切でしたか	3.3	3	3
2	休憩のタイミングは適切でしたか	3.1	3	4

項目 1 は 1:少なすぎる 2:少ない 3:適切 4:多い 5:多すぎる
項目 2 は 1:強く同意しない 2:同意しない 3:どちらとも言えない 4:同意する 5:強く同意する

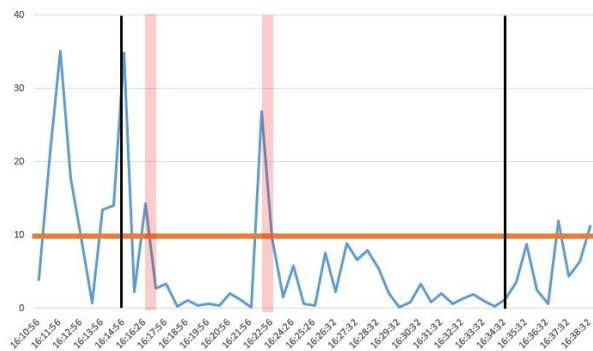


図 3 心拍の分散の例

4. 考察

① 表 1, 表 2 より, 休憩回数や休憩時間はシステム有りとシステム無しで大きく異なるが, 計算課題の成績では, 有意な差はなかった。

- ② 休憩回数や休憩時間が極端に多い被験者が 3 名いた。これは, 計算課題解答中, 分散が 10 を超えることが多く, 分散が小さな値をとっても, すぐさま分散が大きくなるためである。
- ③ 5 段階アンケートの「休憩のタイミングは適切でしたか」の項目の平均値が 3.1 と低く, 自由記述のアンケート欄では「急に休憩を通知されて急に休憩が終わるのではなく, それぞれに予兆がほしい」など, 休憩や再開のタイミングを事前に知らせてほしいという意見が目立った。通知には予告や前触れがないため, 被験者によっては, 音やバイブレーションなどで驚いてしまっていると考えられ, 通知が心拍に影響を与え, その結果, 適切なタイミングで休憩通知が出ていないと考えられる。

5. おわりに

本研究では, スマートウォッチのセンサを用いた状況判定システムを提案し開発を行った。本システムは計算課題解答中, システムを用いて, 作業の質を向上させることを目的とした。このシステムを用いた実験と, 比較のため, システムを用いず, 自分の判断で休憩をとる実験を行った結果, 以下の事がわかった。

- (1) システムを用いても, 用いなくても, 誤答数や書き直し数に有意差はない。
- (2) 被験者によっては, 休憩から作業へ移行するタイミングで大きく心拍数の分散が変化する。
- (3) 通知が心拍に影響を及ぼしている可能性がある。

今後, 本実験によって得られた知見により, システムを改善し, 計算課題の作業の質を向上させることを目標とする。システム改善案として, 心拍に影響を及ぼしにくい通知方法の検討, 休憩から作業へ移行したタイミングで分散が上昇することを考慮に入れた分散の基準設定, などの機能を追加する予定である。

参考文献

- [1] 吉岡 貴芳, 河村 功, 渡辺 與作, 小関 修, 横山 清子, 高田 和之: 周期的作業負荷時にみられる心拍変動の超低周波成分の検討, 電気学会論文誌 C(電子・情報・システム部門誌), Vol.118, No.1, pp.85-92 (1998).
- [2] 早野 順一郎, 山田 眞己, 藤浪 隆夫, 横山 清子, 渡辺 與作, 高田 和之: 心拍変動と自律神経機能, 生物物理, Vol.28, No.4, pp198-202 (1998).
- [3] 高津浩彰, 小関修: 心拍変動を用いた講義の集中度の評価の試み, 豊田工業高等専門学校研究紀要 Vol.39, pp.149-152 (2006).
- [4] Jun Munemori, Kohei Komori, Junko Itou : GUNGEN-Heartbeat : A Support System for High Quality Idea Generation Using Heartbeat Variance . [https://search.icice.org/bin/summary_advpub.php?id=2019IIL0001&category=D&lang=E&abst=\(2020.07.22 確認\)](https://search.icice.org/bin/summary_advpub.php?id=2019IIL0001&category=D&lang=E&abst=(2020.07.22 確認)).
- [5] 堀田竜士, 小村晃雄, 千葉祥子: 知的生産性と心拍数との関係の分析, GN Workshop 2019 (2019) .
- [6] 内田クレペリン検査. [https://www.nsgk.co.jp/uk\(2020.07.22 確認\)](https://www.nsgk.co.jp/uk(2020.07.22 確認)).