

ウェアラブル環境における心拍変動解析による電子機器制御方法に関する研究

鈴木 悠太 (15811053)

ロペズ研究室

1. 背景

私たちは生活を送る中で、より快適な環境下で活動することを求め、その為多くの快適な環境を作り出すための家電等の電子機器が開発・普及してきた。しかし、「快適である」と感じる環境は個人により異なり、個人においても状況により変化するため、手動で調節しなければいけない場面も多々ある[1]。

そこで、快適感に個別適合した機器の自動制御システムを開発する必要があると考える(図1)。本研究では快適感のリアルタイム推定のために、小型心拍センサとスマートフォンを用いたシステムを提案している。両機器を用い、心拍変動解析をリアルタイムに行い、その結果から電子機器の制御を行う方法を紹介する。

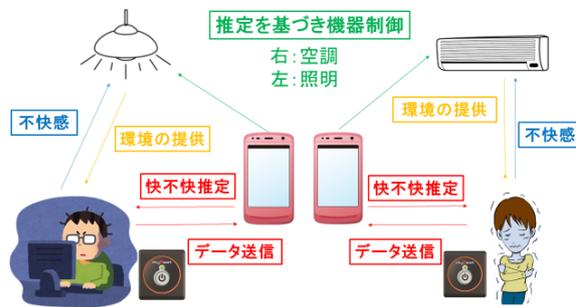


図1. 提案システム概要図

2. 関連技術

NTTら[2]によって日常的に脳波を計測し、家電や家庭用ロボットの操作を行うという技術が開発されている。家電の操作意図などを脳活動から認識し、操作するというものである。しかし、脳波の解析に用いるPCを携帯することは難しく、住宅内でも扱える場所は限られると考えられる。

3. 提案手法

3.1 快適感評価指標

一定期間の中で心拍変動(HRV)が50msより大きい割合をpNN50という。pNN50は自律神経系機能評価の時間領域解析指標であり、副交感神経系の活動を反

映しているとされる。一般には周波数領域解析指標のLF/HFなどで自律神経系機能を評価するが、ある程度の期間のデータ量が無ければ正確な解析ができないことから、リアルタイム解析には適さない。また、体動などの外乱による心拍間隔の誤測定の影響を受けやすいとされているため、日常行動中の心拍変動解析に不向きである[3]。

3.2 リサンプリングの必要性

前項にて提案したpNN50を算出するにあたり、計測した心拍時系列データは計測時間間隔が一定ではない。故に解析に適したデータにリサンプリングする。計測した心拍データのうち、連続する2つの心拍間隔において、先行RR_iと後行RR_iとで経過時間を整数値の時間をまたいでいた時、そのまたいだ時刻Tにおける値を1秒間隔リサンプリングしたN値とする。リサンプリング値Nの算出式は以下の式(1)に示す。

$$N[T] = \frac{R_i - R_f}{t[R_i] - t[R_f]} * (T - t[R_f]) + R_f \quad (1)$$

R_f: 先行RR_i R_i: 後行RR_i

t[X]: 心拍間隔Xを計測した時刻

以下の図2は実際のデータをリサンプリングした一部である。

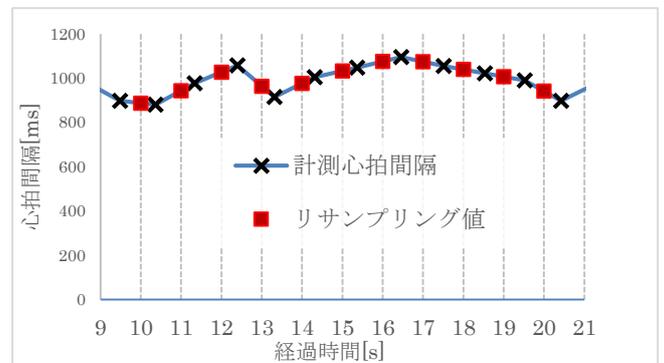


図2. 心拍時系列データとそのリサンプリング

3.3 Androidアプリケーションの開発

快適感のリアルタイム推定にあたり、指標を算出す

2014 (平成 26) 年度卒業論文要旨

るアルゴリズムを搭載した Android アプリケーションを開発した。今回到達したシステム構成は、心拍センサーで計測したデータを Android 端末で取得し、それらを用いて、先述したリサンプリングを行い、その時系列データから算出される pNN50 を蓄積・表示し、CSV ファイルに出力する、という部分である。システムのイメージ図を以下の図 3 に示す。



図 3 システム構成図

4. 実験

4.1 実験概要

暑熱環境(30℃前後)、快適環境(24℃前後)、寒冷環境(16℃前後)におけるそれぞれの pNN50 の値にどのような違いがあるかの予備実験を行った。

被験者は成人男性 1 名で、服装は長袖、ハーフパンツ、靴下を着用した。各環境下にて、座位姿勢にて安静状態で 5 分間過ごした。その時の心拍変動から pNN50 を算出する。

4.2 実験結果

実験は 3 回行った。そのうち 2 回目の実験での各環境における pNN50 の変動の推移とその線形近似を行ったグラフを以下の図 4 に示す。

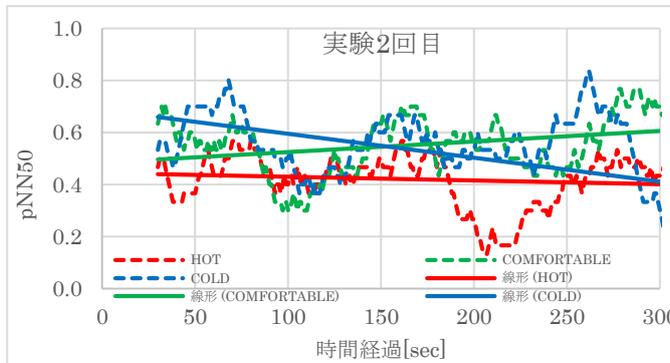


図 4 各環境での pNN50 の変化の推移と線形近似
また、実験開始から 1 分間の心拍データから算出された pNN50 と 中 3 分間での pNN50 との変化量を求

め、3 回の実験に対する平均を求めた。図 4 にその平均を表したグラフを示す。

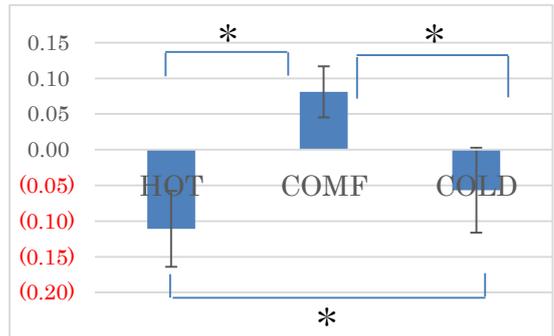


図 5 実験開始 1 分間と中 3 分間の pNN50 変化

5. 考察

各実験とも、pNN50 は暑熱・寒冷環境において減少傾向を示し、快適環境において変動が少ないという傾向を示した。不快感を誘発すると考えられる環境下では長期的にみると pNN50 は減少すると考えられる。

しかし、pNN50 のみから環境への不快感を推定は難しいので、時間経過による pNN50 の変化率を不快指数への個人差を考慮した際の補正值として用い機器の制御を行うことが望ましいと考えられる。

6. 結論

快適な環境下での活動には家電等の使用が不可欠であるが、その快適感を個別適合するには生体信号を用いる必要があり、心拍データから快適感を推定する手法を提案した。本研究では温度の違う環境において、推定に用いる指標 pNN50 の変化に差が見られた。しかし不快感を誘発する暑熱・寒冷環境においては判別が出来るような特徴が出ないこともあり、不快指数に対する個人差を考慮した補正值として pNN50 の変化率を扱うことが望ましい。今後は指標を pNN50 だけでなく、体感温度に影響する被験者の服装の clo 値(衣類の熱抵抗)も考慮した実験を行う必要がある。

参考文献

[1] 片桐 祥雅、局所冷却による全身性温熱ストレス緩和の脳機能ネットワーク、第 10 回人間情報学会講演会ポスターセッション、(2012)

[2] NTT 株式会社ニュースリリース <http://www.ntt.co.jp/news2014/1412/141204a.html>

[3] Robert L. Burr et al. "LOGIT50: A Nonlinear Transformation of pNN50 With Improved Statistical Properties," Journal of Electrocardiology Vol. 36 No. 1, pp. 41-52, January 2003

