

## ローレンツプロットを用いて疲労度を推定する際のウェアラブルデバイスの検討

板垣優也・岡崎佑哉・堀田裕弘（富山大学）

## 1. はじめに

ウェアラブルデバイスから取得したデータから疲労度や運動量を推定することで、健康促進効果が検証できると期待されている。これを実現するためには、人の歩行時における疲労度推定のための心拍データ、加速度データ、及び主観評価データの関係性を調査することが必要となり、本研究では、その前段階である心拍データを用いて疲労度を推定するためのウェアラブルデバイスの検討を行う。

## 2. 実験

## 2.1. 実験方法

まず、安静座位状態で5分間心拍データの計測を行う。次に、階段昇降、直線歩行及びアンケートを行ってもらった。これは研究棟の階段と5階の廊下で実施した。階段昇降は1階～5階を3往復、直線歩行は廊下の両端を3往復（約130[m]）し、階段昇降、直線歩行、主観評価アンケートの順に5回行う。1回目はタスクを与えない状態のデータを収集するために階段昇降は実施しない。

## 2.2. 使用機器

心拍データを測定するために使用したセンサーを図1に示す。図1の左はスマートウォッチタイプのFitbit社製のFitbit Versa2（以降Fitbit）で、この心拍センサーのサンプリング周波数は1[Hz]である。装着位置は左手首とした。図1の右は貼り付け型のTDK社製のSilmeec Bar type Lite（以降Silmeec）で、このセンサーのサンプリング周波数は1000[Hz]である。装着位置は鎖骨から約3cm下とした。



図1：Fitbit Versa2（左）と Silmeec Bar type Lite（右）

## 2.3. データの分析方法

ローレンツプロットとは2次元直交グラフ上に、心拍の間隔、RR間隔（RRI, R-R Interval）を求め、x軸にn番目のRRIの値を、y軸にn+1番目のRRIの値をとってプロットしていったものである。通常ローレンツプロットは、直線 $RRI_{n+1}=RRI_n$ を長軸とした楕円状に分布する。安静状態になればプロットの広がりが大きくなり、ストレス・緊張状態になるほどプロットの広がりが小さくなる[1]。Fitbit, Silmeecそれぞれの心拍データを用いてプロットを行い、センサーの検討を行う。

Fitbitでは $(60/\text{心拍数}) \times 1000$ という計算でRRIを求めたものを使用した。一方、Silmeecでは心電図から直接RRIを求めたものを使用した。

## 3. 実験結果

図2に2つのセンサーを用いて安静座位状態で5分間計測したRRIから求めたローレンツプロットを示す。図中の濃淡は頻度を表している。Fitbitを用いたものは同じような座標に集中してプロットされていることがわかる。それに対してSilmeecを用いたものは、ばらついてプロットされており楕円状に分布していることが分かる。

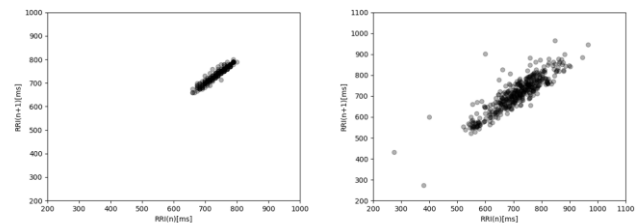
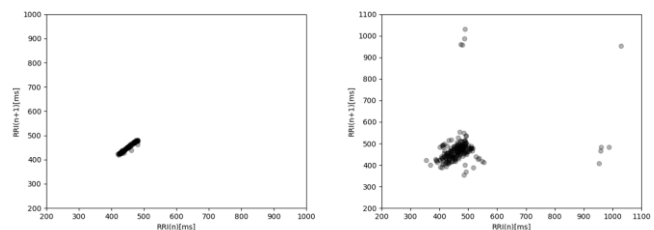
図2：安静座位状態のローレンツプロット  
Fitbit（左）とSilmeec（右）

図3に2回目の直線歩行時のローレンツプロットを示す。Fitbit, Silmeecどちらもプロットが左下にずれ、広がりが小さくなっていることが分かる。

図3：2回目の直線歩行時のローレンツプロット  
Fitbit（左）とSilmeec（右）

## 4. 考察

同じ条件下で2つのセンサーを用いて結果を比較してみたが、ばらつき度合いに大きな差が出た。これはサンプリング周波数の違いが一番の要因だと考えられる。また、Fitbitは計測した心拍数から計算式を用いてRRIを求めているのに対し、Silmeecは心電図から直接RRIを求めているためこのような違いがでたと考えられる。

## 5. まとめ

今回ローレンツプロットを用いて疲労度を推定するためにFitbit, Silmeecで実験を行った。ローレンツプロットが楕円状に分布するという特性上、この方法に適しているのはSilmeecであると考えられる。今後の課題として、外れ値の処理、楕円の面積を求めて疲労度の数値化、主観評価データとの関係性の調査などが挙げられる。

## 参考文献

[1]松本佳昭, 森信彰, 三田尻涼, 江鐘偉, ”心拍揺らぎによる精神的ストレス評価法に関する研究”, ライフサポート, Vol.22, No.3, pp105-111, 2010