

日常行動における歩行と昇降運動による心拍数への影響センシング A Sensing Method of Heart Beat Rate and Walking Speed in Daily Behavior

中田 貴大†
Nakada Takahiro

岩井将行†
Iwai Masayuki

1. 概要

近年、健康に対する関心の高まりから、日常行動の記録をとり SNS(Social Networking Services) 上において[1] ライフログをシェアすることが多く見受けられる。また、Nike+、FuelBand、FITBIT、JawboneUP など数多くの製品が低価格で購入することができる。一方で、日常生活においては個人ごとに能力や体調が異なる。評価軸が歩数であった場合、能力を超えた運動を行ってしまう場合がある。また、他人とライフログを比較したさいに自身が考えていた運動量に差異があると不満を抱くことも考えられる。本研究では歩行、運動状態、階段や坂道の昇降や勾配などが、どの程度心拍に影響を与えているのかライフログから解析する。個人ごとに自己のペースで快適にライフログの取得と分析・共有を行うことのできる指針を示す。

2 SNS を用いた運動シェアリングの問題点

現在、[2]SNS 上で競争意識を持たせることで、運動の継続を促そうと試みるアプリケーションの開発などが進んでいる。しかし、こうしたアプリケーションは歩数を評価軸にしていることが多く、スムーズに歩行が可能な人のみが参加できるシステムである。また、[3]万歩計とホルター心電図を用い、患者の日常生活における活動記録を取得し、リハビリテーションにつなげる研究もなされている。しかし、ホルター心電図は高価なため一般の方は手に入れることが困難である。

運動時に多く用いられているカロリーの指標や歩数計では、運動した時間が長ければ長いほどカロリー消費量や歩数が大きくなる。しかし、これらの指標は体にかかっている負担を考慮していないため、歩きすぎによるオーバーワークが生じてしまう懸念がある。更に、SNS を用いて運動量をシェアするようなアプリケーションにおいて、カロリーや歩数が評価軸であった場合、身体に問題を抱えている人や運動を定期的に行うことができない人の参加を阻害してしまう。そこで本研究では心拍に注目し、解析した情報から多様な状況下にある人も参加できる新たな運動時の指標を提案する。

3 評価実験

3.1 実験方法

実験は被験者 4 名に協力してもらった。普段歩くスピードで学校の周辺を自由に歩行してもらった。その際の、個人ごとの心臓にかかる負担、歩数、時間を計測した。計測には GARMIN 社の ForAthlete305 モデルを使用した。

ユーザ名	身長(m)	年齢	日常における運動
S1	166	22	有
U1	165	20	無
S2	168	22	有
U2	171	36	無

表 1: 被験者データ

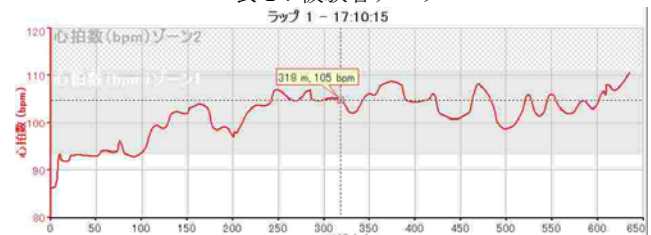


図 1: 歩行中の心拍データの推移



図 2 (左) 無線心拍センサ (中央) 歩行運動の計測 (右) 昇降運動の計測



図 3: 歩行時の GPS マッピング

3.2 実験結果

被験者の歩行計測結果を表 2 に示す。被験者ごとに歩くスピードや歩幅が異なるため、同じルートを歩行したが、時間、歩数に大きな違いが現れた。しかし心拍の値に関しては、スポーツを日常的に行っている人は心拍の値が低いところで変動し、また触れ幅が少ないことが確認できた。一方で、スポーツを行っていない人は心拍の値が高く、触れ幅も大きかった。さらに年齢が高い人ほど心拍の振れ幅が大きくなった。

以上のことから、歩数を評価軸にした指標に代わり、心拍数、年齢、スポーツの有無を考慮した新たな指標を提案

† 東京電機大学未来科学部情報メディア学科
Tokyo Denki University, School of Social and Technology for Future Life

する。これにより、参加者が同じ評価軸のもと運動を行うことを目指す。

ユーザ名	Max [bpm]	Min [bpm]	歩数 [step]	距離 [m]	時間 [s]
S1	122	102	841	648	405
U1	111	91	841	643	409
S2	92	68	925	613	453
S2	111	86	898	616	456

表2：実験による計測データのまとめ



図4：歩行中の心拍数変化の比較

表2をもとに一秒ごとの心拍の変化をグラフにしたものを図4に示す。心拍に注目すると心拍は上下しながらも確実に上昇している。しかし、このままでは個人ごとに心拍の大きさや歩行スピードが異なり比較することができない。

3.3.昇降における運動量の変化

図7はスマートフォンの気圧センサを高度情報に変換し、歩行時と昇降時における運動量を視覚化した。図8はさらに加速度センサのノルムを各運動で計算した結果である。階段昇降は歩行時より大きな運動を行っていることが分かる。このようなスマートフォンで計測できる高低差や運動の種類によって身体にかかる負担が違うことに注目した。

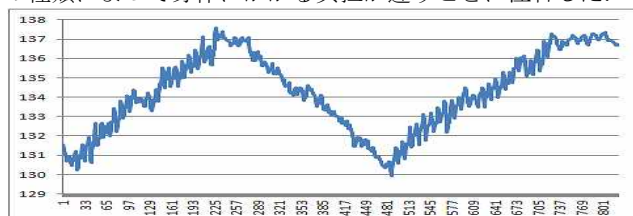


図5：気圧による昇降の高低差の取得

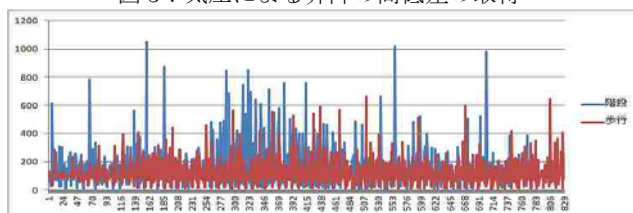


図6：歩行時と昇降時の運動量の差異

4. 新規指標 GBS(Gap of Bpm Score)

歩行時の最小心拍と最大心拍との差から心臓にかかった負担をもとに年齢、歩行時間を考慮することで全ての人が同じ指標のもとで比べることができる GBS(Gap of Bpm Score)を提案する。

今回はその指標に(1)ロジスティック曲線を用いる。ロジスティック曲線は、運動時間が増えていけばどんな状況下の人でも最終的には同じ値に収束する。そのため、この指標を使うことで、SNS サイト上に自身のライフログを公開す

る際、あらゆる人が平等な指標で値を比較することが可能となると考えた。GBS は運動時間あたりの心拍の差をロジスティック曲線用い、そこから導き出された値を個人のポイントとする。このポイントを用いて、SNS 上で仲間うちや世界中の人たちとポイントを比較することを可能にした。他人とポイントを競い合うことで運動の継続を望めると考えた。

$$Y = \frac{100}{1 + a * b e^{-c(time)}} \dots\dots(式1)$$

$$a = \text{type}, b = 100 - \text{years}, c = (\text{MaxBpm}) - (\text{MinBpm})$$

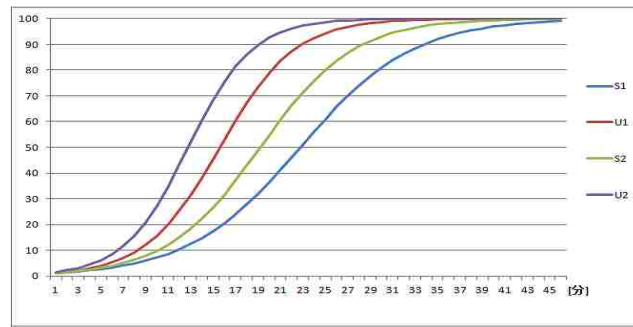


図7：提案する GBS 指標

今回の実験結果をロジスティック曲線に用いると図6のようになる。心拍の差、年齢の高い人ほどグラフの立ち上がりやすい。すなわち短い運動時間でも心臓に掛かる負担が大きいと言える。一方で、心拍の差、年齢の低い人はグラフの立ち上がりが遅い。また45分を連続運動の一つの目安と考えることにすると、年齢や心拍に関係なく同じ値に収束するため、参加者が同じ指標のもとで比較可能になるといえる。

5. まとめと今後の展望

今回は新規の指標を発展させ、さらに詳しく年齢、心拍の差におけるグラフの傾きを吟味することで正確な指標に近づける。本研究成果を用いることでハンディキャップをもった参加者や体力に自身がない参加者も SNS 上での競争・比較を活発に行いことができ、それに伴い多くの人が自身の健康のことを日常から考慮し、改善していくきっかけになると確信する。

謝辞

本研究は H25 科研費若手研究(A)(代表者:岩井将行, 課題番号:25700007)の一部により行われている。

参考文献

- [1]西山勇毅, 米澤拓郎, 中澤仁, 徳田英幸: "チームの動機づけにおける個人の貢献度の可視化に関する一検討" 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.113 No.38 pp233~239
- [2]田部浩子, 吉廣卓也, 井上悦子, 中川優: "生活習慣病予防のための競争意識を利用した歩行継続支援システム" 情報知識学会誌 2011, Vol.21, No.1
- [3]杉本淳, 池添祐大, 福田千晶, 宮野佐年, 鄭健錫, 米本恭三, 鈴木亨, 稲田晴生: "万歩計・ホルター心電図同時記録による脳卒中活動量の評価" リハビリテーション医学 Vol.30 No.11 1993 年 11 月