Vol.2015-MBL-77 No.11
Vol.2015-ITS-63 No.11
2015/12/2

心拍センサと加速度センサを併用した運動量の推定に対する考察 —健康支援システムのための予備実験—

大西 晃誠[†1] 伊藤信行[†2] 小林 幸彦[†2] 梶 克彦[†1]
内藤 克浩[†1] 水野 忠則[†1] 中條 直也[†1]

概要：現代社会では人々の運動不足が問題視されている．運動不足は生活習慣病のリスクを高めることから,健康維持をするための運動を行うことを推進されている．しかし，この歩数に基づく方法では心肺への負荷が正しく計測できないという問題がある．心拍センサと加速度センサを併用する運動量の推定方法を検討した．その結果，歩行パターンによって心肺負荷が異なることが確認できた

キーワード：健康維持，運動量推定，心拍センサ，加速度センサ，無酸素性作業閾値

1. はじめに

近年，科学技術の発達により快適な生活を送れるようになった．その反面，デスクワークを中心とする業務形態の増加による運動量の減少が問題視されている．

運動量の減少により，運動不足を引き起こす．運動不足は肥満や,代謝機能の低下といった健康障害を引き起こす．また，運動不足は個人の問題ではなく，生産性の低下や医療費増大の原因となる．

2006 年に厚生労働省から「健康づくりのための運動指針 2006」[1]が制定された．この指針では，日常生活についての意識や態度を向上させることを目標としている．

しかし，2013 年に文部科学省が調査した結果によると運動不足を感じる人の割合が 70%を超えていることが明らかとなっている[2]． 社会において運動不足の解消は未だに重要な課題とされている． このような課題に対して,健康支援システムの開発が求められている．そのためには， 自分の日常生活における運動量がどの程度なのかを認識するため，運動量を精度よく推定する必要がある．

現在， 3 軸加速度センサを搭載した歩数計を用いた運動量推定の方法が広く行われている［3］．この方法では,加速度データから歩数を計測し，それに体重や歩幅などのパラメータを設定して運動量推定を行っている．

しかし，この歩数に基づく方法では心肺への負荷が計測できないという問題がある．例えば同じ歩数であっても一定速度での歩行と，歩行と休息を繰り返した場合には心拍数など心肺への負荷は異なる．

そこで心拍センサと加速度センサを身につけた運動量の測定方法を検討している．本稿では，心拍センサと加速度センサによる運動の計測を行って，運動と心肺負荷の関係を考察する．

†1 愛知工業大学大学院
Graduate School of Aichi Institute of Technology.
†2 三菱電機エンジニアリング株式会社
Mitsubishi Electric Engineering Co., Ltd
†3 愛知工業大学
Aichi Institute of Technology

2. 提案手法

提案手法では，心拍センサと加速度センサを用いて歩行した運動量を計測する

健康づくりとして,インターバル歩行が注目されている[4].そこでインタバール歩行と連続歩行の 2 つの方法で歩き，その時の心拍数の変化を測定する．図 1 に歩行パターンを示す．インターバル歩行では歩行時間(Ta)と休息時間(Tb)を複数回繰り返す．歩行時間と休息時間の比率は実験パラメータとする．連続歩行では一定時間の間，連続して歩行する．

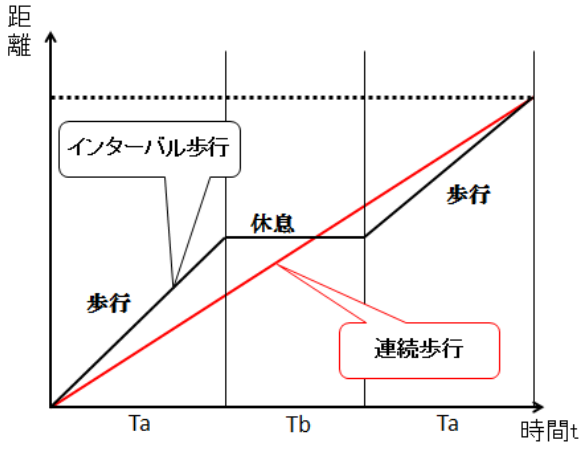


図 1. インターバル歩行と連続歩行

この時の，心拍パターンは図 2,3,4 に示すような 3 つのパターンが予想される．

まず，図 2 に示すパターン A では運動によって一時的に能力が向上し，2 回目の歩行では心拍数のピーク値が低下する．図 3 に示すパターン B では 2 回目の歩行では，能力の向上も低下もなく同じ心拍数のピーク値を示す．図 4 に示すパターン C では 2 回目の歩行では，疲労により同じ心拍数のピーク値が上昇する．

ⓒ 2015 Information Processing Society of Japan

Vol.2015-MBL-77 No.11
Vol.2015-ITS-63 No.11
2015/12/2

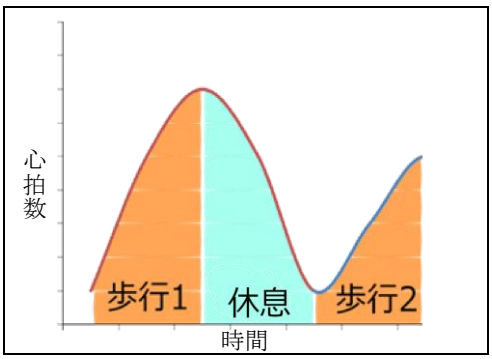


図 2. 心拍パターン A

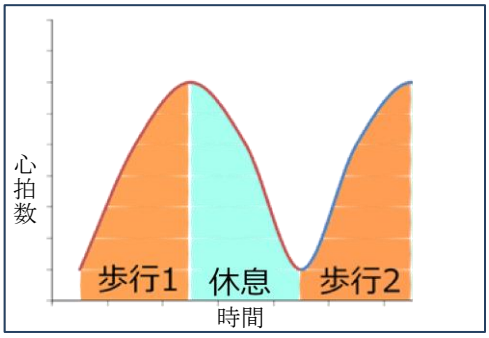


図 3. 心拍パターン B

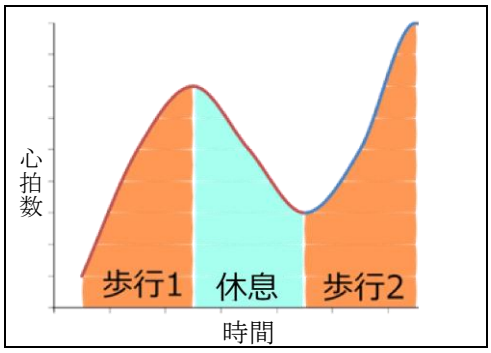


図 4. 心拍パターン C

3. 実験

歩行実験を行った．実験概要とその結果を示す．

3.1 実験概要

心拍センサとして光学式心拍センサを搭載した「MioLink」(図 5)を腕に装着して実験を行う．また，歩行の動きの検出としてスマートフォンに搭載された加速度センサを用いている．ズボンのポケットにスマートフォンを入れて測定を行った．



(a): 光学式心拍センサ



(b):本体

図 5.Miolink

実験パラメータとしては以下の通りである．トレッドミルを利用して速度を設定して歩行実験を行った．尚，(1)，(2)の被験者を被験者 1 とし，(3)の被験者を被験者 2 とする．

(1) 時速 3km 歩行 10 分　休息 10 分　歩行 10 分

(2) 時速 2km 歩行 30 分

(3) (1)と同じパラメータで被験者を変更する

この実験により，トレッドミルでの歩行と椅子に座って休息を繰り返した場合と連続歩行した場合の心拍変動を測定し，それぞれの特徴を考察した．

3.2 実験結果

実験結果を図 6，図 7, に示す．図 6 は実験結果(1)である．600 秒までは 100 拍から 110 拍の間でほぼ安定しているが，休息後は心拍数のばらつきが大きくなっているが，心拍数が同程度まで上昇すると想定していた心拍パターン B となった．

次に，図 7 に示す実験結果(2)では，全体的に心拍数が低いという結果が得られた．これは，速度が遅いため，十分な運動負荷にならず，心拍数が上がらなかったためだと考えられる．

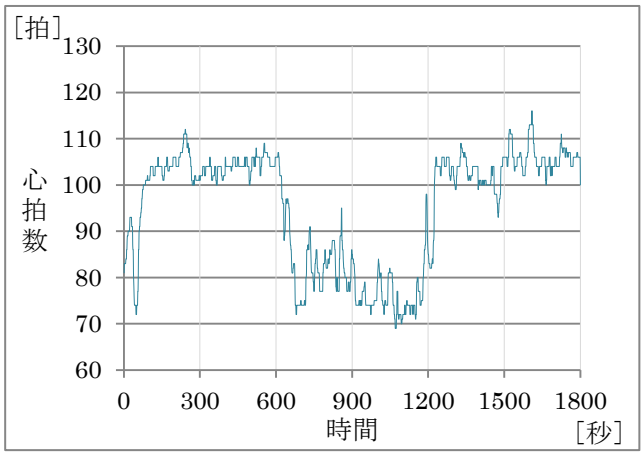


図 6. 歩行実験結果(1)グラフ

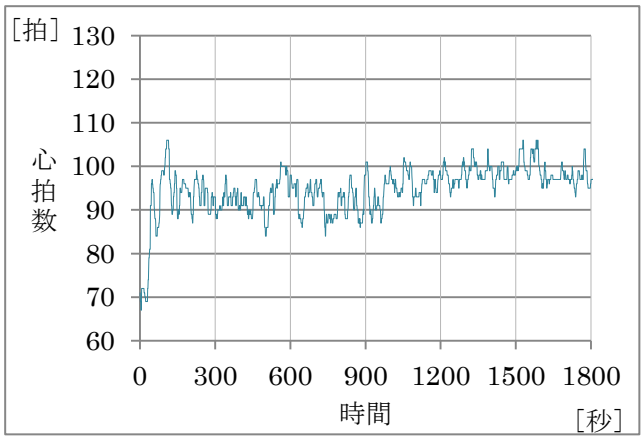


図 7. 歩行実験結果(2)グラフ

ⓒ 2015 Information Processing Society of Japan

Vol.2015-MBL-77 No.11
Vol.2015-ITS-63 No.11
2015/12/2

歩行実験(3)では,被験者を変えて歩行実験(1)と同じ運動を行った.心拍パターンとしては歩行実験(1)と同じように心拍数は同程度まで上昇すると想定していた心拍パターンBとなった.

図9は,被験者(1)と被験者(3)の実験結果を比較したグラフである.同じ運動を行っても被験者2の心拍数が高く上昇していることがわかる.このことから, 運動が与える心肺負荷は異なることが確認できた.

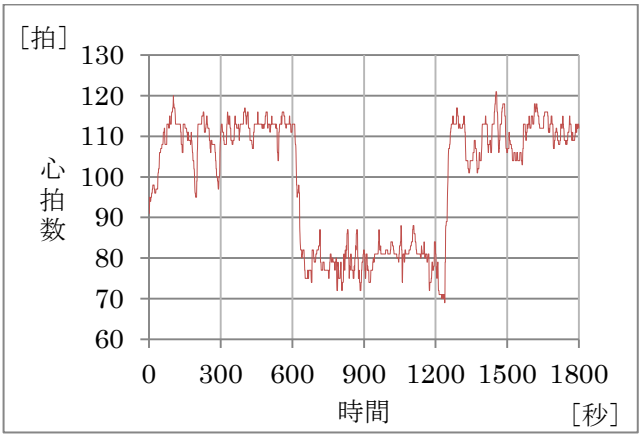


図8.歩行実験(3)グラフ

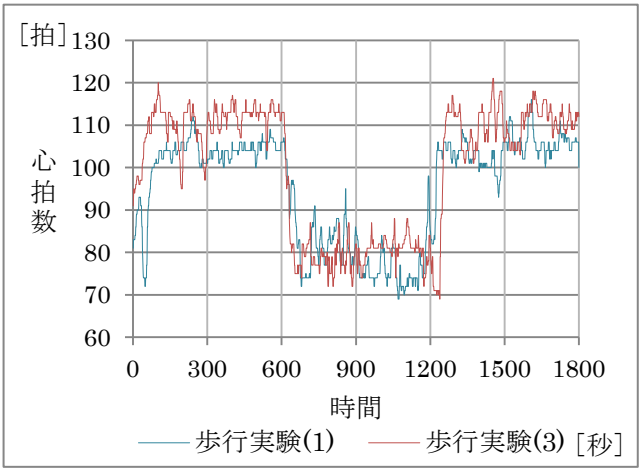


図9.歩行実験(1)と歩行実験(3)の比較グラフ

実験の結果としては,しかし,歩行時間と休息時間の割合や,インターバルの頻度によって異なる可能性がある.よって,今後は歩行時間と停止時間の割合や, 被験者変えて歩行の計測を行う.また,歩行と停止の繰り返し回数を増やすことで,運動と心肺負荷の関係性を追及していくことを考えている.

4. 想定する健康支援システム

図 10 は想定する健康支援システムの運用モデル図である. 本システムでは,心肺運動負荷試験を行い適切な運動強度を設定し, 心拍センサと加速度センサを併用した健康促進運動を行う.



図10. 想定する健康支援システムの運用モデル

(1) 体力測定

体力測定として, 図11のような運動負荷試験装置を用いる.運動負荷装置では酸素摂取量や心拍数を計測することができ, 無酸素性作業閾値:Ananerobic Threshold(以下AT値)を測定することができる.AT値とは,有酸素運動から無酸素運動に切り替わる運動強度の値であり. この値は個々人で異なる. また,AT値の運動は健康によいとされる運動強度であるとされている[5]. このことから, 正確なAT値を測定することで個々人に適した運動強度を設定することができる.



図11. 運動負荷試験装置
出典:三菱電機エンジニアリング(株)
「ストレングスエルゴニュース」No44 (2012.8.1)

(2) 健康促進

健康のための運動を行う際, 自分がどのくらいの運動を行なったかを確認する必要がある. そのため, 体力測定で設定した運動強度を元に, 心拍センサと加速度センサを併用した運動量推定を行い,日常的な運動量を増やすことで健康促進を目指す.

(3) 体力の向上

健康増進に伴い体力が向上する.体力の向上により, 卯心肺機能が上昇するため, 体力測定を再度行なう必要があると考えている. スポーツ科学の分野では健康促進の効果が出るのは2ヶ月から3ヶ月で効とされていることから.3ヶ月で体力測定をの行なう.

ⓒ 2015 Information Processing Society of Japan

Vol.2015-MBL-77 No.11
Vol.2015-ITS-63 No.11
2015/12/2

5. おわりに

心拍センサと加速度センサを身につけた運動量の測定方法を検討した．今回の実験では，ある距離での歩行と休息を行った運動と，休息を行わず，歩行速度を落として連続的な歩行を行った場合の心肺負荷を確認した．その結果，同じ距離を同じ時間で移動しても，歩行パターンによって心肺負荷が異なることが確認できた． また，被験者によっても心肺負荷が異なったことから，同じ運動をしても個々人によって心肺負荷が異なることも確認できた．

今後は，歩行時間と休息時間の割合，被験者を変えて歩行の計測を行うことで運動と心肺負荷の関係性を追及していく．その結果により，心拍センサと加速度センサを併用した運動量推定をどのように行うか検討し，健康支援システムの開発を行う．

参考文献

1)厚生労働省:運動所要量・運動指針の策定検討会:健康づくりのための運動指針 2013,(2013)

2)文部科学省: 体力・スポーツに関する世論調査，調査結果の概要 (2013)

3)沓名康成，小栗宏次:センサの位置状態を考慮しない 3 軸加速度計からの運動量推定，信学技報 IEICE Technical Report MBE2008 – 116, (2008)

4)メリハリをつけて歩く「インターバル速歩」: 生活習慣病・介護予防のための遠隔型個別運動処方システム: 能勢 博, IT ヘルスケア 第 9 巻 1 号, 2014,5

5)公益財団法人 明治安田厚生事業団 ウェルネス開発室: 健康づくりプログラム,(http://www.my-zaidan.or.jp/), 2015.10

ⓒ 2015 Information Processing Society of Japan