

1. 緒言

歩行時の仕事率は、歩行時のエネルギーの消費量、変動を表すことができるため有益な情報と考えられる。この情報を基に、医療やスポーツの分野でより効果的なリハビリテーションや診断、指導を行うことができる。

本研究グループでは腰に1つの慣性センサを取りつけ、そこから得られるデータからエネルギー消費量を推定している。このとき、エネルギー消費量を知るために力学的エネルギーを算出していた。しかし、その方法では上下方向の位置エネルギーが本来の値より大幅に小さい値が出てしまうという問題点があった。そこで、本研究ではエネルギー消費量を求めるために仕事率に着目し、慣性センサから仕事率を算出する方法を提案すると同時に有用性の確認をする。

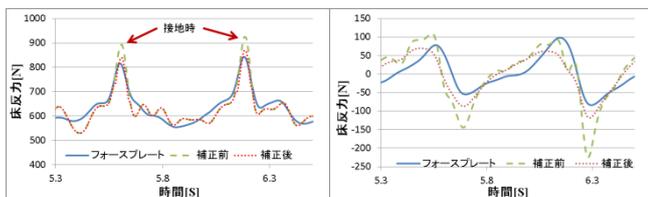
2. 仕事率の算出方法

2-1. 算出方法

仕事率は速度×力（歩行時には床反力に相当）で求められるため、慣性センサからその2つの値を検出し仕事率を求める。腰の慣性センサから加速度を検出し、鉛直方向と進行方向の2軸の速度と床反力を算出する。速度は加速度を積分、床反力は体重×加速度で算出する。これにより2軸の仕事率を算出し、その値を加算することで全体の仕事率を求める。

2-2. 算出する際の補正方法

図1の実線に、今回正解値とするフォースプレートで計測した床反力を、破線に提案法で算出した床反力を示す。図より両者は定性的にはよく一致しているが定量的には誤差がある部分がある。鉛直方向の場合、接地時に誤差が大きくなる傾向がある。これは、接地タイミングにおいて、もう片方の足も地面に接地しているため、全質量が移動するわけではないことが原因である。そこで、この接地時における両足接地区間では、フォースプレートの値と慣性センサからの計算値から最小二乗法を用いて移動したと考えられる体重を有効質量として求め、補正を行う。進行方向の場合、歩行時に床反力の値の変化量が本来より大きくなっており、ここでは、変化量を抑えて本来の値に近づける必要があるためローパスフィルタをかける処理を行う。図1点線に、これらの処理を行って補正した結果を示す。補正前に比べ、鉛直方向では接地時の誤差を抑え、進行方向では変化量を抑えることができ、フォースプレートの床反力に近づけることができた。



(a) 鉛直方向 (b) 進行方向

図1 床反力の比較

3. 検証実験

3-1. 実験内容

慣性センサと、検証用のフォースプレートを装着し、歩幅を50cm, 70cm, 90cmに設定し歩行を行う。計測開始後数秒静止、歩行、最後に静止を10秒の間で行う。サンプリングタイムを0.01秒としてこの計測を各3回行った。

3-2. 実験結果

2章に示した提案法を用いて算出した仕事率の結果の一部を図2に示す。図2より歩幅を大きくした方が仕事率の変化量が大きくなっていることが分かる。歩幅が大きい方が、接地の際に衝撃が大きいことや、蹴りだしの際により力を加えることにより、仕事率の変化量が大きくなると考えられる。仕事率の変化量が大きいことは、よりエネルギーを流入し、消費していると分かる。

また、紙面の都合上結果は省略するが、補正後の床反力推定値と、フォースプレートの値はよく一致した。

以上より、慣性センサを用いて仕事率を推定可能なことが示された。

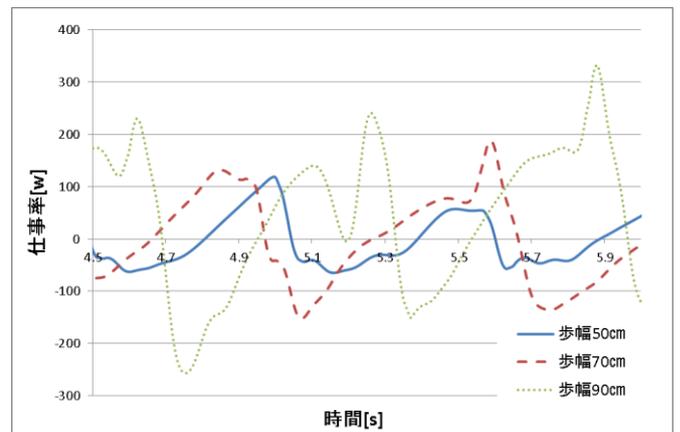


図2 異なる歩幅に対する仕事率

4. 結言

本研究では慣性センサを用いて推定した床反力と速度から、歩行時の仕事率を算出する方法を提案した。歩行の際、接地の衝撃は床反力推定に誤差を与え、その蓄積により仕事率を推定するにあたって精度を落としていた。そこで、両足接地時の有効質量を考慮し、ローパスフィルタを用いる補正を行い、ある程度の精度向上を確認できた。その結果、腰に取り付けた単体の慣性センサから仕事率を求めることが可能である見通しを得た。