

1. 背景と目的

1-1. 研究背景

歩行時に生じる関節モーメントは、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、指導を行う際に有益な情報として用いられている。関節モーメントの推定の一方法として、著者らの研究グループが開発したウェアラブルな三次元動作解析装置がある。ウェアラブルな三次元動作解析装置を使用することにより、従来用いられている設置式の床反力計と三次元動作解析カメラを使用する方法で問題となった、設置するためのスペースや歩数制限といった測定環境の問題が改善され、一部の限られた場所で研究目的として使用されていたものが、医療の現場などで使用でき、利用者の範囲を大きく広げることができた。

しかし、それでも、装置の価格や計測の準備にかかる時間を考えれば、さらに低価格でかつ簡単に使用できるものがあれば、ユーザはより大きく広がる可能性がある。

1-2. 研究目的

本研究では少ないセンサ数での現象の推定の一例として、歩行解析をとりあげ、体幹部に取り付けた1つのモーションセンサの出力に力学現象を考慮した信号処理を行うことにより、鉛直床反力、左右の足の接地離地などの情報、転倒開始の判定および左右のどちらが蹠いた足なのかをリアルタイムで検知しバイオフィードバックへの応用も可能な方法の確立を目的とする。

2. 体幹のセンサによる歩行解析

2-1. 測定方法

本研究では、ウェアラブルな三次元動作解析装置を用いて歩行データの測定を被験者5名にそれぞれ3回ずつ行い、体幹部に取り付けたセンサからのみ得られる情報によって、歩行状態の推定を行う。

2-2. 歩行時の接地判定

推定した鉛直方向の動的加速度の変化と検証用の携帯型床反力計から得られる接地判定の結果を図1に示す。図1より、地面に足が接地したとき、体幹センサの鉛直方向の加速度が減少していることが確認できた。

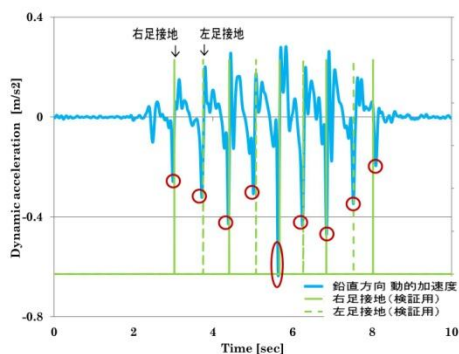


図1 鉛直方向の動的加速度による接地判定

2-3. 接地時の左右判定

接地脚の左右の判定では、地面に足が接地したときの水平方向の動的加速度を用いて行う。

鉛直方向の動的加速度によって推定される接地のタイミングと水平方向の動的加速度の値を図2に示す。ON/OFFの値が5のときが、足が地面に接地したタイミングを示している。

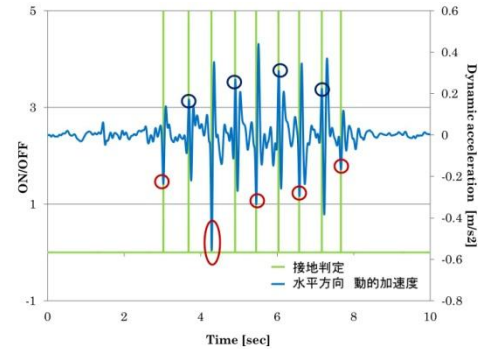


図2 水平方向の動的加速度による接地脚の左右判定

図2より、前節の鉛直方向の動的加速度より推定される接地のタイミングにおいて、水平方向の動的加速度は右足が接地時には減少し、左足が接地時には増加していることが確認できた。

3. 蹠きによる転倒の検知

ここでは歩行中に生じる蹠きを、足に取り付けた紐を引っ張ることで再現し、体幹に取り付けたセンサの進行方向の動的加速度と前章で述べた接地判定及び左右の判定を用いて、蹠きによる転倒と蹠いた足の判定を行う。

データの計測は被験者5名にそれぞれ通常歩行を3回、左右の蹠きを3回ずつ行った。なお、実験は、被験者全員に対して事前に研究の目的と実験方法を十分に説明し、協力の同意を得て、かつ十分に安全性を確保した状況において実施した。

蹠き時に見られる進行方向の動的加速度の変化と通常歩行時との違いを図3に示す。図3より、蹠き時の進行方向の動的加速度の変化の範囲に違いが確認できた。これにより、進行方向の動的加速度によって蹠きの検知が可能であると考えられ、同時に蹠く前の鉛直方向、水平方向の動的加速度の変化により、蹠いた足の判定が可能となると考えられる。

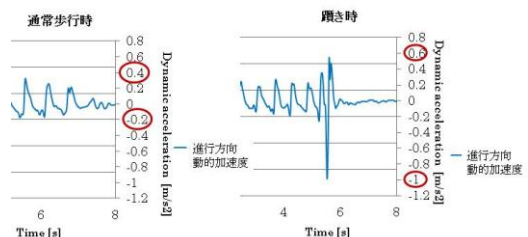


図3 通常時と蹠き時の進行方向の動的加速度の比較