

歩行リハビリテーションにおける歩行状態評価のための基礎研究

知能ロボティクス研究室

湯澤亮祐

1. 緒言

現在、歩行リハビリテーションの歩行評価は医師による、視診、筋電、レントゲン、床反力、等の方法で患者の状態を評価している。だがその評価は①病院で行うため場所的、時間的、束縛を受ける。②評価は医師の経験によるものなのでバラつきが発生する。そこでウェアラブル式歩行評価法を開発する。開発出来れば①の問題に対し、自由な時間に、自宅及び福祉施設で計測出来る。②の問題に対し、客観的で定量的な評価が出せる事となる。

歩行時には、振動及び移動時の加速度信号、筋肉収縮による筋電情報、足裏からの床反力情報、等の様々な情報を取得出来る。その中で加速度センサは、身体の動きの計測や評価に広く使われている。運動方程式 $F=ma$ より力に比例した値が分かる。センサ自体が軽量小型で身に付けられる。無線化しているため低拘束である。以上の理由のため加速度センサによる歩行評価法を開発する。

2. 実験

2.1 実験目的・内容

正しい歩行評価をするためには、患者の障害度合いを正しく判断出来る事が必要である。よって本報告では障害度合いを正しく評価出来る様にするため、センサに出る障害の特徴抽出を目的とする。

今回の報告では、左右脚の長さが違う障害で墜落性跛行（つらくせいはこう）を疑似再現し実験を行った。これを行う理由として、片脚の補高する高さを変える事で段階的に障害度合いを疑似しやすい。また段階的に再現出来る事で、そこから得られるデータを、比較しやすい事が挙げられる。

2.2 実験器具

疑似再現には、文献⁽¹⁾の手法を参考にし、足関節の動き及びMT P関節の接地動作を制限しないものを 1cm~5cm, 1cm 刻みで計 5 段階分自作した。自作した補高部品を足袋に装着したものを図 1 に示す。なお補高部品は右足に装着する。

2.3 計測器具及び装着箇所

加速度センサは XYZ の 3 軸の加速度 $[m/s^2]$ 及び角速度 $[deg/s]$ を無線で計測出来るもので。外寸: W45×D45×H23[mm] 重量: 60[g] 無線通信距離: 30[m] となっており、背面にベルトを通す事で固定出来る。サンプリング周期 10[ms] とした。計測する方向は、図 2 に示す様に直立位状態における左右方向(x 方向)・上下方向(y 方向)・前後方向(z 方向)とし、被験者の姿勢に対して相対的な座標とした。

加速度センサの装着箇所を図 2 に示す。下記 A~H の計 8 ヶ所で計測する。



図 1 補高部品

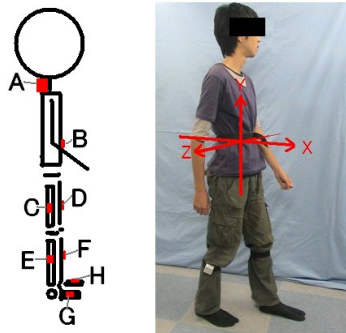


図 2 センサ装着位置及び方向

A:首後ろ B:重心位置(床から身長×55%の位置⁽²⁾)C:右腿 D:左腿 E:右下腿 F:左下腿 G:右足の甲 H:左足の甲

2.4 実験条件

資料⁽²⁾⁽³⁾の平均歩行速度を参考に、歩行距離: 6m, 歩調: 75[cm/1 歩](床に目張り), 歩数: 8 歩(=4 周期), 周期: 50[回(周期)/min](メトローム), 補高部品は右足に装着するとする。測定回数は 1 つの条件で 4 回測り正常歩行 0cm を含む 0~5cm の計 6 つの条件を計測する。なおセンサの数が現在 4 つなので装着箇所 A~D と E~H の 2 度に分けて計測を行った。

3. 実験結果および考察

今回は、着地時における大きい波形に注目した。前処理としてマイナスを含めた大きい変化値に注目するため数値を絶対値化する、次に余分な数値を除外するため踏み出し時の値より大きい閾値、今回は 10 $[m/s^2]$ としそれ未満の値を除外する、残った値の平均値を図 3 に表示した。図 3 が補高を付けた右足の甲における X 軸の着地前後の平均加速度の分布図である。

Instep of right foot Distribution map

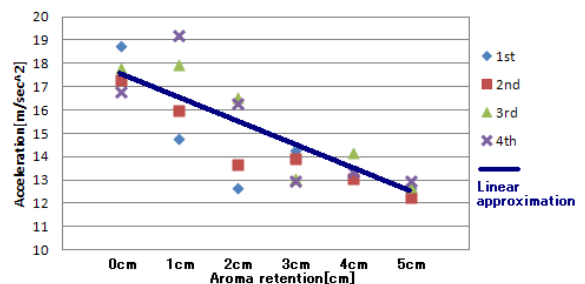


図 3 分布図

図 3 を見ると、補高する高さが高くなるほど加速度が減少する傾向にある事がわかる。補高した場合、補高した足の消費エネルギーは補高するほど減少する傾向にあると考えられる。

4. 結論

今回は、墜落性跛行の疑似再現をし、着地時における波形に注目し分布図を作成した。その結果、図 3 から近似的な線形を見てとれる。つまり右足の甲における特徴を抽出出来たといえる。今後は各センサの 0cm~5cm の閾値を設定し複数のセンサで同時に処理する事で精度を高める、またその後に最小必要センサの数について検討する。

参考文献

- [1] 角島元隆: Spine 28:2472-6 The Effect of Leg Length Discrepancy on Spinal Motion During Gait (2003), <http://www1.gifu-u.ac.jp/~ort/4-6-6-main.html>
- [2] Jacquelin Perry:ペリー歩行分析 正常歩行と異常歩行 第 20 章歩行周期分析 P253~259 2007
- [3] 鈴木聖二: Clinical Rehabilitation 別冊リハビリテーションにおける評価 1-9 歩行障害の診断と評価 P62~68 1996