

3 軸加速度センサを用いた高齢者の歩行時における膝負荷の計測

Measurement of Knee Load while Walking by Senior Citizens using Three Axis Acceleration Sensor

瀬尾 敦生[†] 香川 聖雄[‡] 長尾 和彦[‡]
 Atsuki Seo Seiyu Kagawa Kazuhiko Nagao

1. はじめに

高齢者が健康に生活するためには、歩行能力の維持が重要となる。歩数計の販売数が大きく伸びたことから、歩くことに対する意識が高いことが見られる。近年普及しているスマートフォンなどでは、GPS や加速度センサが組み込まれており、ジョギングやウォーキングの活動記録として利用されることが多くなっている。しかし老化・運動不足・不適切な姿勢により膝や腰を痛める事例が少なくない^[1]。

我々は、3 軸加速度センサを用いたジョギング用膝負荷計測システムの開発を行い、リアルタイムに膝負荷のモニタリングを行うことで、走行フォーム修正に役立つことを確認した^[1]。

本研究では、高齢者を対象として、歩行時の姿勢や膝負荷に関する計測実験を行い、高齢者に適した支援システムの開発を目的とする。

2. ジョギング用膝負荷計測システムの概要

ジョギング用膝負荷計測システムは、3 軸加速度センサと心拍計、スマートフォンを利用する。両膝と背中に小型の 3 軸加速度センサ、胸部に心拍計を取り付け、bluetooth でスマートフォンと接続する。走行・歩行中の膝や姿勢の

状態を収集・分析し、心拍計から運動強度の測定を行う。また、リアルタイムにイラストとグラフで膝負荷や姿勢角を表示し、アドバイスをテキストおよび音声でランナーに伝える。システム構成図を図 1 に示す。

2.1 膝負荷と姿勢角の測定

ジョギング中は、各センサからのデータを取得し、膝負荷と姿勢角を分析する。膝負荷は運動方程式 $F[N]=m[\text{kg}] \times a[\text{m/s}^2]$ を元に算出している。大腿部よりも上の質量(体重の約 0.8 倍)と取得した膝部分の加速度から、床半力・左右・前後の方向にそれぞれ求める。センサは走行時の加速度のみを取得するため、ハイパスフィルタを用いて高周波成分のみを取得した^[2]。

ランナーはジョギング中に画面を見ることが困難であるため、アドバイス等の情報は音声で伝えるとともに、腕時計型デバイスによるバイブレーションにも対応する。スマートフォンには、詳細なグラフとイラストを表示する(図 2)。また、取得したデータはスマートフォン及び Web 上のデータベースに保存される。

3. センサによる運動エネルギーの推定と歩容計測

歩行運動のモニタにおいて、我々は両膝に装着した 3 軸加速度センサを用いて測定を行なった。床半力・左右・前

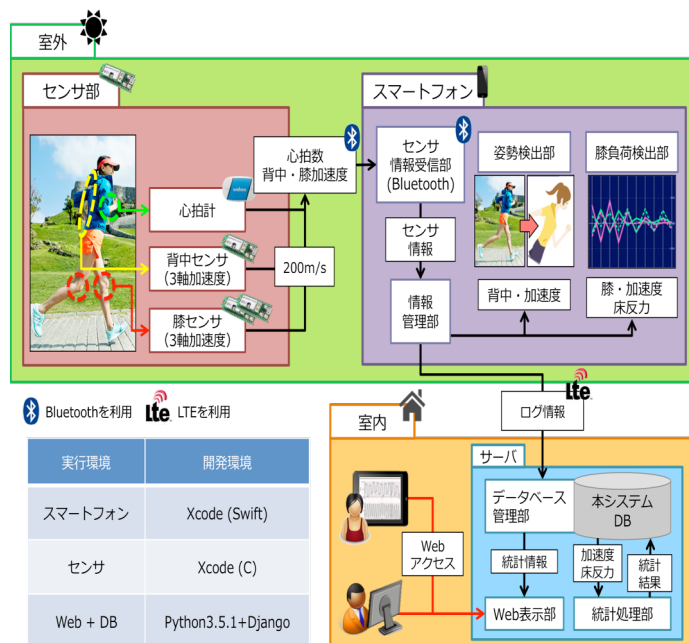


図 1 計測システム構成図

[†] 弓削商船高等専門学校・生産システム工学専攻

[‡] 弓削商船高等専門学校・情報工学科



図 2 ジョギング支援時の画面表示

後方向の加速度が取得できるため、これらを測定することで、歩容の違いを測定できると考えた。

床半力方向の加速度では、被験者がどの程度のエネルギーで歩行を行なっているかが判断できる。左右の値の違いによるバランスの状態が判断できる。加速度データの絶対値をとり、それを一定時間加算することで運動エネルギーが求められる。左右・前後方向の加速度からは歩行時のブレが測定できる。

4. 測定実験

2017年5月から6月にかけて、若者10名(男5女5) 高齢者10名(男5女5)を対象に歩行実験を行なった。

被験者の膝にサポータを用いてセンサを装着し、200m 程度の歩行を行なってもらった。

被験者 A (10代女) および被験者 B (50代女) の加速度の推移グラフを図3、4に示す。被験者 A は左足・右足で同様の波形となっており正しい歩様であると判断される。被験者 B の方は左足で左右方向の揺れが大きいことから、バランスの崩れた歩様であること、左足着地時に膝が外側にぶれていることがわかる。

5. おわりに

本研究では、3軸加速度センサを用いて歩行者の歩様の推定ができるかどうか検討を行った。歩様の測定では高速度カメラや震度センサを用いた研究が勧められている。本システムは小さな機器を装着するだけで被験者に負荷をかけることなく、通常の歩行状態での計測が可能である。今後は、収集されたデータを解析し、年代別、故障箇所別の歩様の傾向を調査し、正しい歩き方を支持するシステムの開発を継続する予定である。

参考文献

- [1] 井上 香澄, 瀬尾 敦生, 長尾 和彦, “スマートフォンと小型3軸加速度センサを利用した膝負荷低減システムの開発”, 情報処理学会第79回全国大会(2017).
- [2] 鷲澤 史歩, 中田 明大・柳沼 義典, “小型のウェアラブルセンサを用いた姿勢計測”, DICOMO2014(2015)
- [3] 牧川 方昭, “加速度センサを用いた日常身体活動のモニタリング”, 生体医工学, Vol.54, No.3(2016)

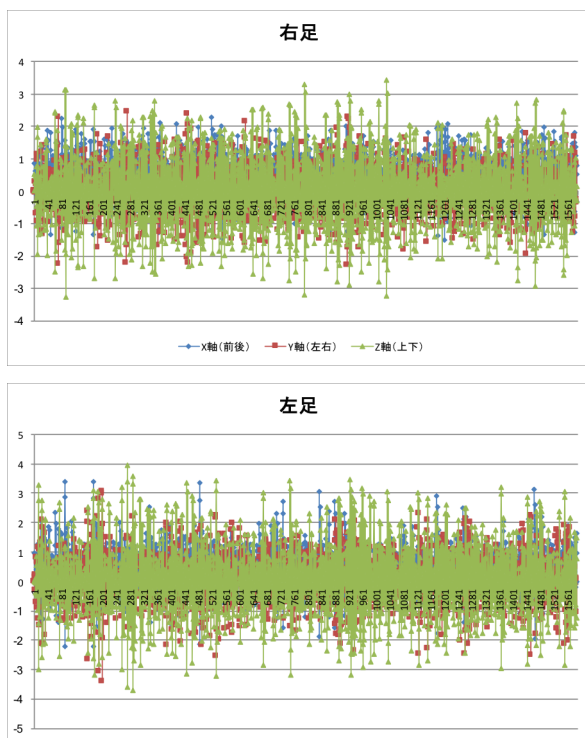


図 3 歩行時の加速度推移 (被験者 A 10代女)

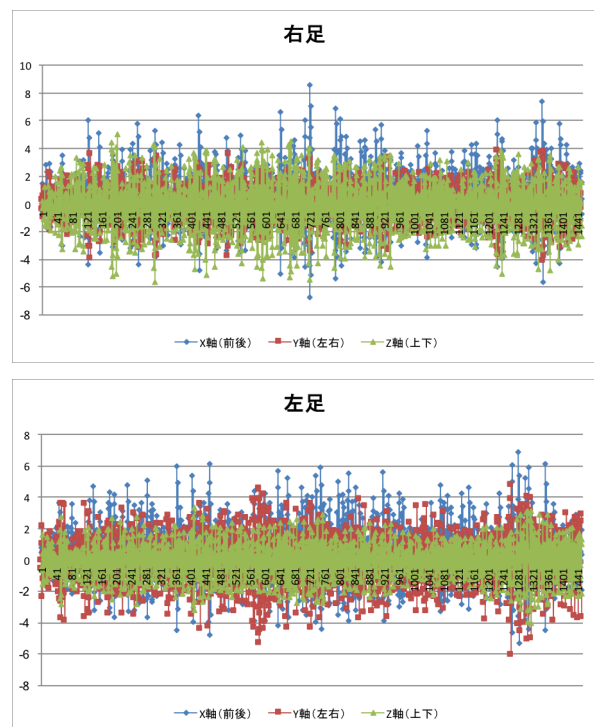


図 4 歩行時の加速度推移 (被験者 B 50代女)