

M-010

靴型ヒューマンプロブ実現に向けた圧力センサと加速度センサの適用可能性の検討 Exploring the Uses of Pressure Sensors and Accelerometers for Footwear-Based Human Probes

大島 一将[†] 石田 泰之[‡] 木實 新一^{§,*} 戸辺 義人^{§,*}
Kazumasa Oshima Yasuyuki Ishida Shin'ichi Konomi Yoshito Tobe

1. はじめに

携帯端末に搭載されたセンサによって情報取得が可能となってきた。携帯端末は自由に持ち運べるため、据え置きセンサでは取得できないデータを取得することが可能となる。このような携帯端末を利用したセンシングを我々はヒューマンプロブと呼ぶ。ヒューマンプロブによってユーザのコンテキストを把握することにより、個人に沿った健康管理や広告提示といった個別サービスを提供することが可能となる。ヒューマンプロブに関して、我々は既に[1]や[2]で圧力センサを装着した靴による研究を行っている。しかし動作コンテキストの推定には加速度センサを用いることも可能であり、圧力センサと加速度センサの利用を詳細に検討する必要がある。そこで本研究では靴型ヒューマンプロブにおいて加速度センサと圧力センサ信号を比較し、長所短所を比較する。

2. データ取得方法

加速度センサと圧力センサによる歩行データを検討するために、歩行コンテキストの選定と靴型センサの実装を行った。本章で取得するコンテキストと実装について述べる。

2.1 取得場所

本研究では、表1に示す4種類の場所で歩行データの取得を行った。歩行のサンプリングは20ミリ秒毎に行い、各動作につき20秒分のデータを取得している。なお坂道と階段については、上りと下りの2種類を取得している。

表1: 歩行データ取得場所

歩行場所	備考
舗装道	アスファルト
階段	高さ18cm, 幅28cm
坂道	傾斜25度
草むら	草の背丈約15cm

2.2 実装システム

本システムは図1で示すように、圧力センサ、受信用ラップトップ PC, SunSPOT[3]から構成される。SunSPOTには3軸加速度センサと無線通信機器が内蔵されている。圧力センサにはFlexiForce[4]を使用し、爪先と踵の2箇所に配置を行った。加速度センサは靴の踵に装着している。加速度センサの軸方向は図1で示すとおり、Y軸が地面と垂直方向、Z軸が足の進行方向とする。なおX軸は左右

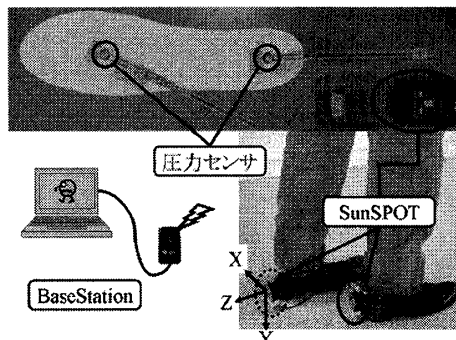


図1: 歩行データ取得システム

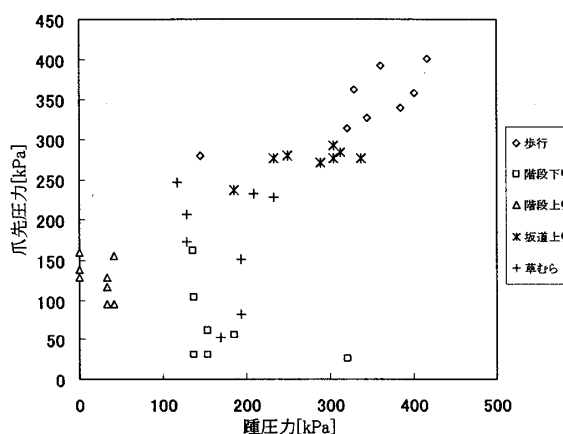


図2: 爪先と踵の最大圧力に基づいた分布図

の動きとなるため本研究では検討を行わなかった。2種類のセンサで取得したデータは無線通信を利用してラップトップ PC へ送信される。

3. 歩行データ分析

本章では2.1で述べた各歩行コンテキストについての分析結果を述べる。

3.1 圧力センサのデータ分析

圧力センサでの歩行解析は既に[1]や[2]で行っているが、加速度センサとの比較を行うため再度検討を行った。圧力センサでの歩行解析は、足にかかる圧力のピークを見ることで歩行コンテキストの推定を行える。図2では各路面歩行での踵と爪先にかかる最大圧力の分布を示している。この図から、圧力センサでは閾値を学習することにより路面情報を推定することが可能である。また左右の足の加圧具合から、身体の傾きを読み取ることができた。このことから、圧力センサでは歩行と路面状態、加圧具合から姿勢を読み取れることが示唆された。

[†] 東京電機大学 工学部 情報メディア学科

[‡] 東京電機大学 工学研究科 情報メディア学専攻

[§] 東京電機大学 未来科学部 情報メディア学科

* 科学技術振興機構 CREST

3.2 加速度センサのデータ分析

加速度センサでの歩行解析は、Y軸とZ軸の変化を見ることで歩行コンテキストの推定を行える。図3はアスファルト上の通常歩行において、足を上げてから地面につくまでのY軸とZ軸のグラフを示している。図3のAは踵が地面から離れたときの様子で、Bは足が着地したときの様子である。図3が示すように、Y軸には路面ごとにAとBの振れ幅に違いが現れた。図4は各歩行についてY軸の最大振れ幅の分布を示している。図4が示すとおり、加速度センサでは圧力センサと違い、各歩行状態の把握は行えなかった。ただし足の上下動作が制限される度合いによって分類を行えることが示された。このことから、Y軸からは足の上下動作の情報を取得できることが示唆された。一方Z軸には図3で示された波形が繰り返し出現することが確認できた。また、歩幅が制限される度合いによって波形が変化することも確認できた。このことから、Z軸からは歩幅の情報を取得できることが示唆された。また歩幅の情報には歩き易さの情報も含まれていることが示唆されたが、加速度センサのみで推定を行うことは困難であると考えられる。以上の結果から、加速度センサでは歩行時の動きに関するコンテキストを取得できることが示唆された。しかし急な坂道の下りといった不規則な歩行の場合は、Y軸、Z軸共に不規則な波形が連続して現れたため、不規則な歩行を検知することは困難であると考えられる。

3.3 圧力センサと加速度センサの関係

3.1, 3.2の結果から、加速度センサでは歩き方といった動的なコンテキストを検知することができ、圧力センサでは姿勢や路面状態といった静的なコンテキストを検知できることが示唆された。このことから、2つのセンサはお互いに動と静のセンシングを補完しあう関係であると考えられる。図5で示すように、片方のセンサに変化が無い場合、もう一方のセンサでセンシングされていることが分かる。実際に、図2, 図4で示したように、加速度センサだけでは路面状態の決定は困難であるが、圧力センサのデータを見ることでコンテキスト判定を行える。また加速度センサだけでは路面の歩き易さを取得することは困難であるが、圧力センサのデータを組み合わせることでコンテキスト判定を行うことが可能であると考えられる。

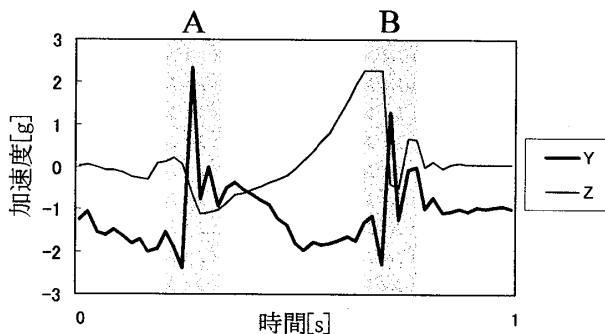


図3：1歩分のY軸とZ軸の加速度データ

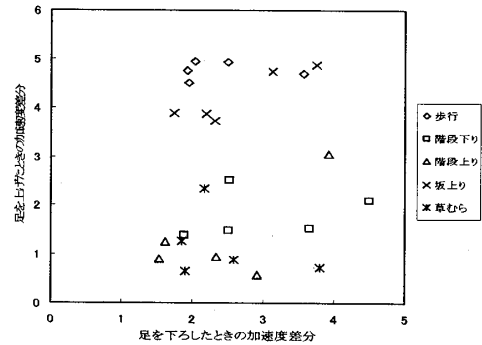


図4：Y軸加速度差分に基づいた分布

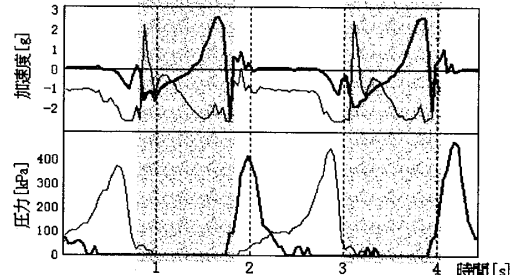


図5：同時刻の加速度と圧力グラフ

4. 関連研究

石田ら[2]は圧力センサと心拍センサを利用して高次地理位置情報を取得するWINFO+の開発を行っている。また堀江ら[5]は圧力センサを用いた歩行推定のモデル化を行っている。本研究では加速度センサと圧力センサの比較を行い、圧力センサの有効性を示した。

5. まとめ

3の結果から、加速度センサと圧力センサはどちらも歩行コンテキストを推定することが可能であると示唆された。しかし歩行のみを推定する場合は、圧力のピークを追うだけで解析のできる圧力センサが有効である。加速度センサでは取得の困難な不規則な歩行も、圧力センサでは圧力のピークの推移を見ることで正しい歩数を検知することができる。また身体の傾きといった姿勢に関する情報も取得できることが示唆された。一方で歩幅や足の上げ具合といった動きに関するコンテキスト推定には加速度センサが適している。また3.3で述べたように、加速度センサと圧力センサはお互いに補完関係であることが示唆された。2種類のセンサを利用することにより、コンテキスト推定の精度向上や、複雑なコンテキストの把握を行うことができると考えられる。今後は圧力センサと加速度センサの相関性について検討を行う。

参考文献

- [1]Uehara U, Mori M, Ishii N, Shiraishi Y, Tobe Y "Always-on Karte: A System for Elderly People's Healthcare Using Wireless Sensors", INSS (2006).
- [2]石田 泰之, 鈴木 亮平, 石井 那由他, 戸辺 義人 "生体情報コンテキストと地理情報の連携", 情報処理学会第70回全国大会 (2008).
- [3]SunSPOT, <http://jp.sun.com/products/software/sunspot/>
- [4]ニッタ株式会社 FlexiForce, http://www.nitta.co.jp/product/mechasen/sensor/flexi_summary.html
- [5]堀江 直正, 満田 隆, 川村 貞夫 "足圧情報による歩行状態の推定法", 生体医工学. 44 No. 4: 621-627, 2006.