

J-032

## 階段移動時の携行加速度センサ情報を利用した身長推定

Estimation of stature by using accelerometer signal  
obtained while going up the stairs円成寺 篤志<sup>1</sup>  
Atsushi Enjoji佐藤 貴史<sup>1</sup>  
Takashi Sato矢内 浩文<sup>2</sup>  
Hiro-Fumi Yanai

## 1 はじめに

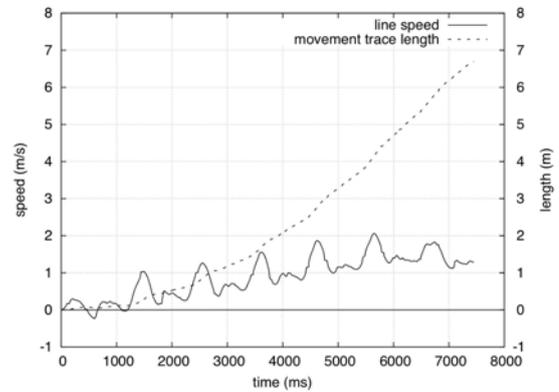
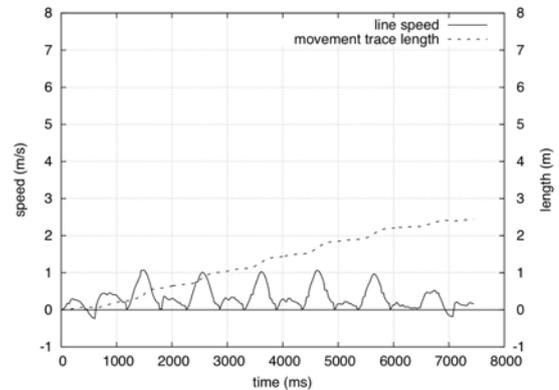
近年の携帯電話には、加速度センサが搭載され、加速度センサを利用してユーザの状況を推測する研究が行われている。携帯電話は、スボンのポケットやカバンなど体と連動して持ち歩く物であり、加速度センサから得られる情報には身体的特徴に関する情報が含まれている可能性があるが、身長、体重、性別など具体的なユーザの特徴を推定する研究は見当たらない。身体的特徴の中で身長は、腕の長さ [1]、歩幅 [2]、階段昇降時の膝の角度 [3] などと高い相関がある事が知られている。階段の段差を越えるとき、足の長さによって、曲げる足の角度は異なる。そのため、加速度の信号特徴に身長による違いが現れ、身長を推定できる可能性がある。本研究では、階段移動時の携帯電話の単一 3 軸加速度センサの情報からユーザの身長の推定を試みた。

## 2 実験方法

携帯電話の携行場所として、ズボンの右前ポケット(ポケット条件)と、右手に持ったカバン(カバン条件)の2つを設定した。実験には、スマートフォン HTC Desire SoftBank X06HT(幅 60 × 高さ 119 × 厚さ 11.9mm, 質量約 135g, OS: Android 2.2; 以下単に端末と呼ぶ)を使用し、自作アプリケーションで 3 軸加速度を記録した。なお、搭載された加速度センサのサンプリング間隔は 20ms, 測定範囲は  $\pm 2G$  である。ポケットへの端末の入れ方は、端末の上部がポケットの下にくるように、画面を外側にして入れた。また、カバンには工具箱(幅 31 × 高さ 21 × 厚さ 9cm, 質量約 2kg)を使用し、カバン取手付近の上部に端末を固定した。階段は、幅 140cm, 蹴上 17cm, 踏面 29cm の 12 段であった。実験協力者は、13 名で身長範囲 136cm ~ 180cm である。1 名につきポケット条件とカバン条件でそれぞれ 2 回ずつデータを取得した。

## 3 分析方法

取得した加速度データのうち最初と、最後の 2 歩分を取り除いて分析した。その理由は、12 段の階段を右

図 1: 補正なしの  $\tilde{a}$  を利用した線速度と移動軌跡長図 2: 補正ありの  $\tilde{a}$  を利用した線速度と移動軌跡長

足から 1 段ずつ昇る場合、通常階段を昇る時は 2 段分足を移動させるが、最初と最後の 1 歩(今回は共に右足)は 1 段分しか移動しておらず発生する加速度は他に比べ小さいためである。さらに右足(センサ側)、左足(逆側)の歩数を同数とするため最後から 2 歩目の左足の移動も除外した。

分析には、カバン条件とポケット条件における端末の鉛直方向の加速度の最大値・最小値、端末に 1 歩ごとにかかる鉛直方向の加速度  $\tilde{a}$  から求めた軌跡長を用いた。しかし、歩行中の鉛直方向の加速度データには、運動加速度成分の他に重力加速度成分が含まれる。そこで、鉛直方向の 3 軸合成加速度  $a$  から重力加速度  $g = 9.8m/s^2$  を減算した値を  $\tilde{a} = a - g$  と定義し、これを鉛直方向加速度とみなした。

<sup>1</sup>茨城大学大学院 理工学研究科 メディア通信工学専攻<sup>2</sup>茨城大学 工学部 メディア通信工学科

軌跡長は、 $\tilde{a}$  をサンプリング間隔 20ms で区分的に定数とみなし、1 階差分方程式により求めた。 $\tilde{a}$  から線加速度、軌跡長を算出するとき、 $\tilde{a}$  の誤差から線速度に誤差が積み重なり、軌跡長が経過時間に対して増加していく (図 1)。そこで、階段移動では 1 歩段差を昇り終えるごとに、実験協力者はほぼ静止するとみなし、 $\tilde{a}$  を利用した線速度が底値になった瞬間に線速度を 0 に補正した (図 2)。

#### 4 実験結果

カバン条件における身長と鉛直方向加速度の平均最大値、平均最小値、最大値と最小値の差、最大値と最小値の比の相関係数をそれぞれ求めた。またカバン・ポケット条件における身長と擬似軌跡長の相関係数をそれぞれ求めた。カバン条件における身長と鉛直方向加速度平均最大値・最小値の相関係数一覧を表 1 に示す。

表 1: カバン条件における身長と鉛直方向加速度最大値・最小値の相関係数

	センサ側	逆側	逆側/センサ側比
平均最大値	0.039	-0.051	-0.131
平均最小値	-0.282	0.087	-0.709

最も相関が高かったのは平均最小値の逆側/センサ側比で、相関係数  $r = -0.709$ ,  $p < .01$  であった。図 3 に相関図を示す。なお、回帰式は身長  $= (-52.5) \times (\text{逆側/センサ側比}) + 222.0$  であった。

次に、ポケット条件における身長と軌跡長の相関係数一覧を表 2 に示す。

表 2: ポケット条件における身長と軌跡長の相関係数

	センサ側	逆側	センサ側/逆側比
線速度補正なし	0.190	-0.197	0.332
線速度補正あり	0.532	0.649	0.777

最も相関が高かったのは、1 歩ごとに線速度を補正したセンサ側/逆側比で、相関係数  $r = 0.777$ ,  $p < .01$  であった。図 4 に相関図を示す。なお、回帰式は身長  $[\text{cm}] = 12.8 \times (\text{センサ側/逆側比}) + 137.5$  であった。

#### 5 まとめ

今回の実験では、カバン条件で、身長と 1 歩ごとの鉛直方向加速度の平均最小値の逆側/センサ側比の相関係

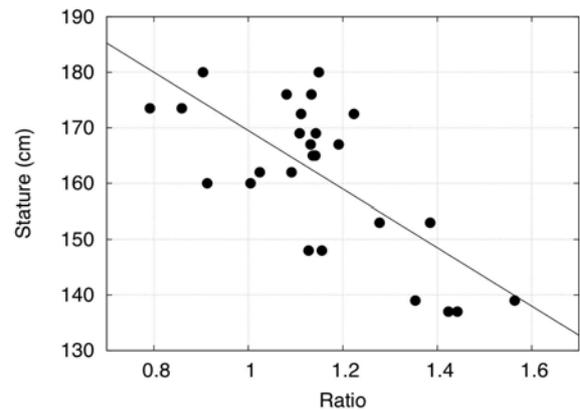


図 3: カバン条件における身長 (Stature) と逆側/センサ側比 (Ratio) の相関図

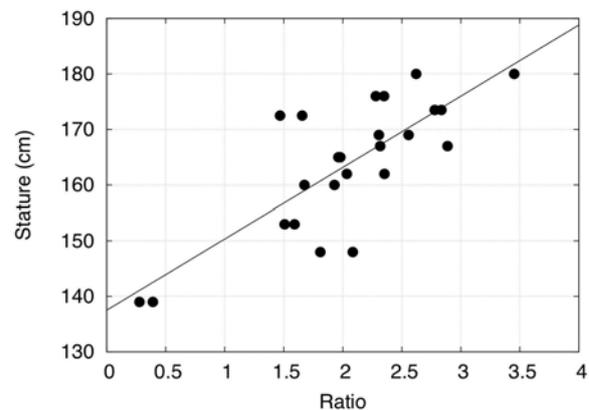


図 4: ポケット条件における身長 (Stature) とセンサ側/逆側比 (Ratio) の相関図

数は  $-0.709$  であり、ポケット条件で、身長と 1 歩ごとの軌跡長のセンサ側/逆側比の相関係数  $0.777$  であった。

#### 参考文献

- [1] Abdi Özlaşlan (Istanbul University), Sermet Koç, İnci Özlaşlan, Harun Tuğcu, ‘Estimation of stature from upper extremity.’, Military Medicine, Vol.171, No.4, pp.288-291, 2006
- [2] 井戸 正敏, 加藤 貞夫, “歩数による歩行動作時間の推定に関する研究”, 日本経営工学会論文誌, Vol. 53, No. 6, pp.474-482, 2003
- [3] 長岡 和宏, 山口 勇, 太田 隆, 上原 数之, 佐能 千恵子, “段差昇降時の膝関節屈曲角度について”, 理学療法学, Vol. 14, p. 176, 1987