

Android 端末による消費エネルギー推定と Web サービスを用いた健康支援システムの提案

岩井 峻*1 大塚 航*1 秋山 征己*2 篠原 正幸*2 田中 博*1 小川 誠*3 太田 龍督*3
 神奈川工科大学 情報工学科*1 神奈川工科大学大学院 情報工学専攻*2 株式会社 foo.log*3

1.はじめに

近年では、機器の発達で力作業が減ったことや、高エネルギー・高脂質食の増加などにより、ダイエットへの関心が高まっている。肥満予防において、消費・摂取エネルギーの管理を日々継続して行うことが重要となる^[1]。本稿では、Android 端末内蔵の加速度センサによる消費エネルギーの推定、および食事画像から摂取エネルギーの推定を行う Web サービスを組み合わせ、一日の消費・摂取エネルギーのバランス管理を簡便に行い、生活習慣を改善することを目的とした健康支援システムについて提案する。今回は特に消費エネルギーの推定とその評価について述べる。

2.提案システム

提案システムの基本構成を図 1 に示す。一日の摂取・消費エネルギーのバランス管理を実現するため、以下の機能を Android 端末上に実装する。

- (1) Android 端末内蔵の加速度センサを用いて行動推定を行い、METs^[1]に基づいて消費エネルギーの推定・記録を行う。
- (2) 食事画像から摂取エネルギーを推定する Web サービス“FoodLog API^[2]”を利用し、食事内容と摂取エネルギーの記録を行う。また、生活習慣に悪影響を与えるような不適切な食事内容について警告する。
- (3) 一日の摂取・消費エネルギーのバランスをグラフで表示し、事前に設定した目標の達成度を視覚的に表示する。
- (4) 生活習慣改善のモチベーション維持を促すため、摂取・消費エネルギーの情報を twitter に投稿する。

FoodLogAPI は、foo.log 社が開発している WebAPI である。本システムでは、ユーザの食べた料理を Android 端末内蔵のカメラで撮影し、得られた画像を FoodLogAPI に送信する。このとき、中

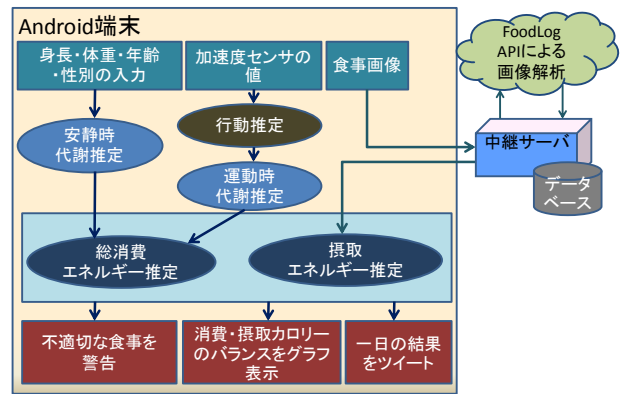


図 1 システムの基本構成

継サーバを用いて WebAPI からの返り値を解析し、摂取エネルギー推定値のみを取り出すことにより端末の通信パケット量を軽減し、またユーザ情報を保存するデータベースとして利用することで端末の記憶容量の負担も軽減する構成とした。

3.Android 端末による消費エネルギー推定

3.1 加速度センサによる行動推定

本提案では日常生活における一般的な動作と高エネルギー消費の動きを想定して、デスクワーク、家事、歩き、早歩き、走りの 5 種類の行動を推定対象とした。歩きに関しては、速度によって消費するエネルギー量の変動するため、歩き、早歩きの 2 種類に分けることで消費エネルギー推定精度の向上を図った。

各行動は、利用者の腰に装着した Android 端末で取得した加速度の 3 軸合成値の分散値を 5 秒間隔で求め、図 2 に示す決定木によって推定することとした。

行動推定法の評価実験として、20 代の男性 5 名を被験者とし、5 種類の動作を 3 分間、各 3 回ずつ行った。このときの各動作の判別率を表 1 に示す。

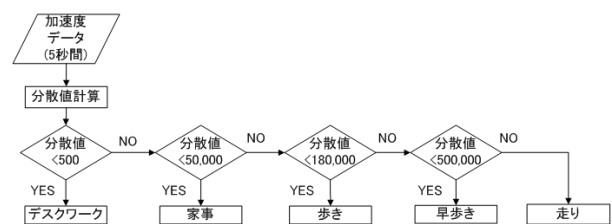


図 2 行動推定のための決定木

Proposal of Health Assistance System by Estimation of Energy Expenditure using Android Phone and Web Services

*1 Shun Iwai, Wataru Otsuka, Hiroshi Tanaka, information and Computer Sciences, Kanagawa Institute of Technology.

*2 Masaki Akiyama, Masayuki Shinohara, Information and Computer Sciences, Graduate School, Kanagawa Institute of Technology.

*3 Makoto Ogawa, Ryotoku Ohta, foo.log Inc.

その際、家事の動作としては掃除機がけを行った。今回端末は Xperia arc を使用し、加速度の取得範囲は±4G、取得間隔は GAME モード(約 20ms)で行った。3分間のデータから動作開始 10 秒を差し引いた 102 個のデータを評価対象とした。この実験結果から、各動作は消費エネルギーを予測するのにはほぼ満足できる精度で推定されることを確認した。

表 1 各行動の識別率

	デスクワーク	家事	歩き	早歩き	走り
被験者1	97/102	101/102	102/102	71/102	102/102
被験者2	102/102	101/102	100/102	65/102	102/102
被験者3	102/102	101/102	83/102	97/102	102/102
被験者4	97/102	79/102	102/102	102/102	102/102
被験者5	94/102	97/102	95/102	85/102	102/102
平均	96%	94%	94%	82%	100%

3.2 METs による消費エネルギー推定

本システムでは、消費エネルギーの推定に METs と基礎代謝算出式である Ganpule の式^[3]を利用した。総消費エネルギーは安静時代謝と運動時代謝からなる。METs とは、運動によるエネルギー消費量が安静時代謝の何倍に当たるかを表現したものであり、式(1)によって METs 値から総消費エネルギーに換算することができる。

$$\begin{aligned} \text{総消費エネルギー[kcal]} \\ = 1.05 \times \text{METs} \times \text{時間[h]} \times \text{体重[kg]} \end{aligned} \quad (1)$$

式(1)では、年齢や性別、体表面積の違いによる安静時代謝の差異を考慮していないため、式(2)に示すそれらを考慮した Ganpule の式を利用して安静時代謝を求める。

$$\begin{aligned} \text{一日の基礎代謝量[kcal]} \\ = (0.1238 + 0.0481 \times \text{体重[kg]} + 0.0234 \times \text{身長[cm]} \\ - 0.0138 \times \text{年齢} - 0.5473 \times \text{性別}) \times 1000 / 4.186 \end{aligned} \quad (2)$$

安静時代謝は基礎代謝量の 1.2 倍で求められる^[4]ことから、式(2)を 1.2 倍したものと METs の式(1)から安静時代謝分を引いたものを合計した式(3)によって、行動推定結果から総消費エネルギーを求めることとした。

$$\begin{aligned} \text{総消費エネルギー[kcal]} \\ = 1.05 \times (\text{METs} - 1) \times \text{時間[h]} \times \text{体重[kg]} + \\ (0.1238 + 0.0481 \times \text{体重[kg]} + 0.0234 \times \text{身長[cm]} \\ - 0.0138 \times \text{年齢} - 0.5473 \times \text{性別}) \times \\ 1000 / 4.186 \times 1.2 / 24 \times \text{時間[h]} \end{aligned} \quad (3)$$

ただし、性別={男性:1,女性:2}

なお、行動推定結果に対応する各行動の METs 値は、METs 表^[4]を参考にし、デスクワーク 1.5、家事 2.5 とし、歩き、早歩き、走りも被験者の平均歩行・走行速度と METs 表を照らし合わせ、歩き 3.3、早歩き 5.5、走り 10 に設定した。

4. 実験

4.1 実験方法

20 代の男性 3 名を被験者とし、日常生活を想定して、被験者それぞれにデスクワーク 3 時間、掃除機がけ 10 分、歩き 30 分、早歩き 30 分、走り 5 分を連続して行ってもらい、提案手法による結果(推定手法と式(3))を用いた結果)と市販の活動量計 A、B、C と心拍計 D の推定消費エネルギーについて比較した。A 社、B 社、C 社は 3 軸加速度センサにより、D 社は心拍センサにより消費エネルギーを推定するものである。

4.2 実験結果

それぞれの被験者に装着したデバイスの消費エネルギー推定結果を図 3 に示す。提案手法と各社のデバイスとの差は、被験者 1~3 の平均でそれぞれ 7%、-9%、12%、-23%となった。実験結果から、提案手法は市販の活動量計、心拍計の推定結果の間に収まることが確認できたため、提案手法で消費エネルギー推定を行うことは妥当であると考えられる。

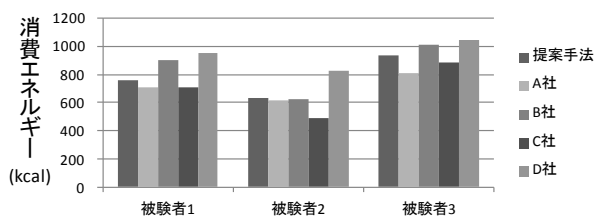


図 3 消費エネルギー推定結果

5. おわりに

本稿では、ダイエットを目的とした健康支援システムの提案を行い、消費エネルギー推定部分は Android 端末内蔵の加速度センサを用いて、行動推定をベースとして行った。その結果、市販の活動量計、心拍計の消費エネルギー推定結果の間に収まることを確認した。今後は、提案する健康支援システムと組み合わせ、実用に向けて機能の評価を行っていく。

参考文献

- [1] 山本純一郎, "管理栄養士養成シリーズ運動生理学", 化学同人, pp44-49, 2005.
- [2] foo.log 株式会社, <http://www.foo-log.co.jp/index.html>.
- [3] 独立行政法人 国立健康・栄養研究所, <http://www.nih.go.jp/eiken/index.html>.
- [4] 田畑泉, 田中茂徳, 引原勇輝, "身体活動のメッツ(METs)表", <http://www.nih.go.jp/eiken/programs/pdf/mets.pdf>.