

オフィスワーカー向けヘルスケアおよびシステム高信頼化の研究

[研究代表者] 中條直也 (情報科学部情報科学科)
 [共同研究者] 伊藤信行 (三菱電機エンジニアリング (株))
 内藤克浩 (情報科学部情報科学科)
 梶 克彦 (情報科学部情報科学科)

研究成果の概要

科学技術の発達によりデスクワークを中心とする業務形態が増加し、オフィスワーカーの運動量が減少している。運動不足はいわゆるメタボリックシンドロームを招き、健康を損ねる懸念がある。社会的にも生産性の低下や医療費増大の原因となりうることから、運動不足の解消は重要な課題とされている。このように、オフィスワーカーの健康のための運動支援システムが求められており、本研究のテーマとして取り上げた。

3年計画の最終年度にあたる本年度の研究として、(1) スマートフォン (以下 スマホ) と運動機器を連携システム、(2) 社員証型センサの省電力化、(3) スマホによる屋内環境での移動時の進行方向推定の高精度化など、を実施した。

研究成果の概要をテーマごとに述べる。(1) 運動機器のトレッドミルにセンサを取り付け、計測した運動データをスマホ側で受信し、結果を表示できることを確認した。また、運動中のスマホ着信などによる運動中断に対応できるようにした。BLE 通信の電波強度の低下から離席を判断して連携を中止し、ワンタイムパスワードを用いて連携を再開する機能を開発した。(2) 社員証型センサのマイコンのモード切替えによる省電力化を行った。社員証型センサに使用したマイコンは低消費電力モードへの動的な切替えができる。周期的なモード切り替えを実装することによって、歩数推定を行っている状態での平均消費電流を 1.1mA に低減できることを確認した。ボタン電池を使用した場合は4日間稼働可能である。(3) 歩行時の動的な姿勢変化の推定を用いた端末姿勢推定を行った。また歩行時の腰の動作により変動する加速度平面成分を、角速度平面成分を用いて補正できるようにした。評価実験の結果、既存研究の手法に比べて進行方向の推定精度で平均約 5.1° の精度向上となった。また、体の向きに関係なく、前進、横歩き、後退を含む歩行も推定可能となった。

研究分野： 組込みシステム、無線ネットワーク、センシングシステム

キーワード： オフィスワーカー、ヘルスケア、運動機器、スマホ、社員証型センサ、行動推定

1. 研究背景

勤労者の多数を占めるオフィスワーカーは運動不足となることが多く、定期的な運動による健康増進が望ましいといわれている。これを改善するため各種の運動促進の取り組みがなされている。しかし、通勤やオフィスでの活動、運動機器によるトレーニングなど、オフィスワーカーの運動量を、総合的に計測しフィードバックすることはできていなかった。

一方、MEMS 技術の発展により小型センサが利用可能となってきた。これらを使ったスマホやスマートウォ

ッチなどのデバイスも普及している。これらのデバイスのセンサを利用して、歩行時や運動時の加速度、角加速度、気圧変化などの物理データを計測できる。

これらのウェアラブルデバイスを利用することで、オフィスワーカーの歩行や階段昇降による運動などを継続的に計測できる。それらに加えて心拍数などもセンサで計測できるようになっている。

2. 研究の目的

本研究では、オフィスワーカーを対象としたヘルスケア

システムについて研究を行う。ここでは図1に示すような健康増進のサイクルモデルを想定する。

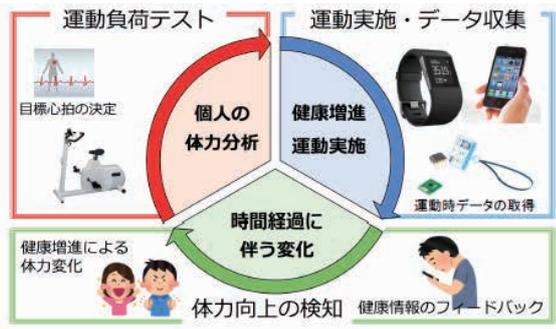


図1: 健康増進サイクルモデル

最初に体力分析を行って運動量や運動時心拍などの目標を設定する。次にトレーニングや勤務時の運動量などを、運動機器や、社員証型のウェアラブルなセンサなどを用いて計測する。そして時間経過に伴う体力向上を自分のスマホなどで評価する。このサイクルを繰り返すことでオフィスワーカーの健康増進を目指す。

3. 研究の方法

本年度の研究のなかの下記3テーマについて述べる。

(1) スマホと運動機器の連携システム

スマホと運動機器の連携による運動データの管理システムを開発する(図2参照)。運動開始時は、QRコードで認証を行う。運動時は、トレッドミルのセンサで運動量を計測する。運動後、暗号化した運動データが、BLEを用いてスマホに暗号化して通信され、その後、サーバ側データは消去される。この仕組みで利便性とセキュリティの両立を図る。

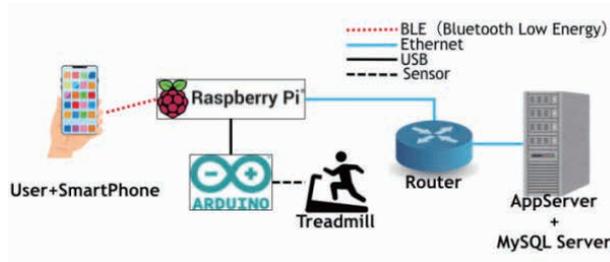


図2: スマホと運動機器の連携概要

また電話通話時の離席による運動中断にも対応する。スマホが運動機器から離れることで、BLEの電波強度減少を検出して自動離席判断して連携を中断する。その際、運動再開用にOTP(ワンタイムパスワード)をス

マホ側へ送信する。

(2) 社員証型センサの省電力化

多くの企業で出退勤の管理に使われている社員証に、勤務時や通勤時の運動量を計測する機能を実装した。図3に示すようにRFID搭載の社員証型センサで、運動量計測を行い、運動量データを出退勤ゲート通過時に収集する。本研究では、社員証型センサのマイコンの動作モードの切替えにより、消費電力の低減を行う。

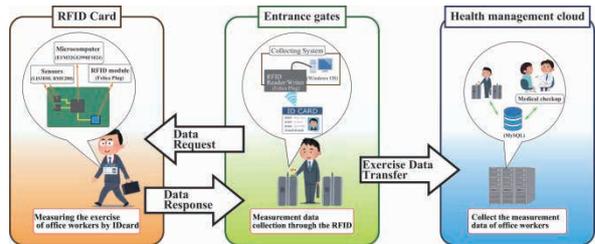


図3: 社員証型センサを用いた運動量計測

(3) スマホによる屋内環境での移動時の進行方向推定

健康的なオフィスや運動促進に生かすため、実際の歩行軌跡を推定することは必要である。そのために建物内の歩行センシングデータの収集を行っている。

ここでは屋内環境での移動時の進行方向推定を行う。一般的な進行方向推定では進行方向を角速度センサの値から求めているため横歩きや後退などの角速度の値が変化しない行動の推定が困難である。本研究では加速度と角速度の平面成分のデータを併用した1歩ごとの進行方向推定の手法を提案する(図4参照)。

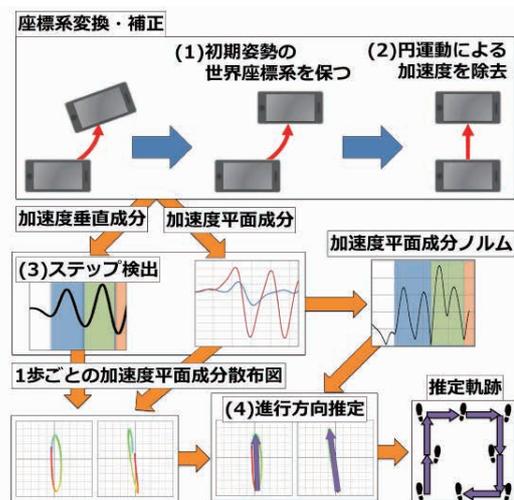


図4: 社員証型センサを用いた運動量計測

まず端末の3軸加速度センサの値から重力方向ベクトルを求め、端末姿勢推定を行う。また歩行時の動的な

姿勢変化も推定する。次に角速度平面成分を用いた加速度平面成分の補正を行う。腰をひねる動作によるジグザグとなる加速度平面成分を、角速度を用いて補正する。

4. 研究成果

本年度の研究成果について述べる。

(1) スマホと運動機器の連携システム

自動離席判断のため、スマホごとの電波強度の差と、距離に対する電波強度の変化を調査した。図4のようにケースの有無や端末の向きによって電波強度が変化することがわかった。このため、電波強度が認証地点の平均値から15dBm以上低下した状態が続いた場合に、離席と判断できるよう実装した。

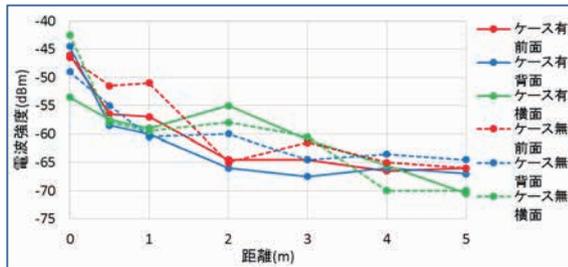


図5: ケースや向きによるiPhoneの電波強度の変化

評価実験で、QRコード認証、データ暗号化と復号化、運動後のサーバ側データの消去などの機能が、仕様どおり動作することを確認した。また自動離席判断機能が利便性とセキュリティの両立に役立つことがわかった。

(2) 社員証型センサの省電力化

社員証型センサのマイコンの低消費電力モードへの動的な切替えによって歩数推定状態での平均消費電流を低減できることを確認した。

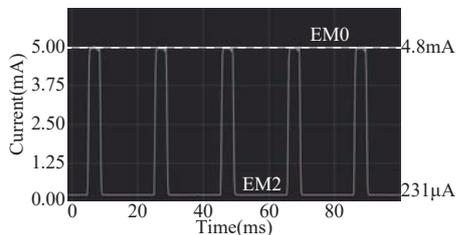


図6: 歩数推定時の消費電流

マイコン動作モードを、図6に示すように通常動作時のEM0と、スリープ時のEM2を周期的に切り替えることで、歩数推定時の消費電流を低減できた。歩数推定状態での平均消費電流は4.8mAから1.1mAに低減できた。

ボタン電池を使用した場合は4日間稼働可能であることが分かった。EM2での待機状態を実装すれば、さらに長時間の稼働が可能である。

(4) スマホによる屋内環境での移動時の進行方向推定

評価実験では屋内で20歩程の直線経路を歩行した被験者5人の歩行データの収集を行った。

既存研究の手法では平均約14.2°、本研究の手法では平均約9.1°の誤差となり、平均約5.1°の精度向上となった。また、体の向きに関係なく、前進、横歩き、後退を含む歩行も推定可能となった。

5. 本研究に関する発表

(1) 奥田 雅生, 迫間 聖也, 伊藤 信行, 梶 克彦, 内藤 克浩, 水野 忠則, 中條 直也: スマートフォンとフィットネス機器を用いた健康増進システムの開発, 情報処理学会第81回全国大会, 6ZG-03, (2019.3).

(2) 金子 雅亮, 伊藤 信行, 内藤 克浩, 中條 直也, 水野 忠則, 梶 克彦: 横歩きや後退を含む歩行のための加速度と角速度の平面成分を併用した進行方向推定に関する研究, 情報処理学会第81回全国大会, 7V-03, (2019.3)

(3) Sou Sugimoto, Nobuyuki Ito, Katsuhiko Naito, Naoya Chujo, Tadanori Mizuno, Katsuhiko Kaji: Partial Matching Estimation Method of Walking Trajectories for Generating Indoor Pedestrian Networks, International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU), (2018.10).

(4) Kosuke Yotsuya, Nobuyuki Ito, Katsuhiko Naito, Naoya Chujo, Tadanori Mizuno, Katsuhiko Kaji: Method to Improve Accuracy of Indoor PDR Trajectories Using a Large Amount of Trajectories, International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU), (2018.10).

(5) Yuki Aso, Nobuyuki Ito, Katsuhiko Naito, Naoya Chujo, Tadanori Mizuno, Katsuhiko Kaji: Healthcare Promotion System by Stimulating In-Group Contribution Mind and Inter-Group Competitiveness, Proceedings of International Workshop on Informatics (IWIN), (2018.9).