

「ながら運動」促進のための運動種目推薦機構の検討

小林 美月† 辻 愛里†† 藤波 香織††

† 東京農工大学 大学院 生物システム応用科学府 生物機能システム科学専攻

†† 東京農工大学 大学院 工学研究院 先端情報科学部門

1 はじめに

運動は身体的だけでなく精神的にも良い効果をもたらす。しかし、世界の多くの人々は運動不足であり、この傾向は長年にわたって改善されていない [1]。また、運動の機会を増やすことができない理由の一つに仕事や家事で忙しいということが挙げられている [2]。この問題を解決する上で、仕事や家事をしながら行うことのできる「ながら運動」を日常生活に取り入れることが重要である。本稿では、ながら運動を促進するためのシステムを提案し、システムの一般化に向けて、ユーザが行う様々な作業内容から適切なながら運動種目の決定を行う機能の設計について述べる。

2 ながら運動促進システムの一般化に向けて

2.1 基盤システム構成の見直し

ながら運動を促進するためのシステムに必要とされる要件を、1) ユーザが作業に使用している道具 (器具) によるセンシングが可能、2) ユーザの作業内容に沿ったながら運動の提案が可能、3) ながら運動の実施後に適切なフィードバックの実施が可能、と定義する。また、ケーススタディとしてデスクワーク時に実施可能なながら運動を促進するためのシステムの設計と実装を行い、ながら運動の継続を可能とする提案方法の調査結果 [3] から、a) 緊急度が低い作業時にながら運動の提案の実施、b) 適切な通知量とタイミングの考慮、c) 図表を活用した端的な運動内容の提案とフィードバックの実現、という3つの要素がながら運動促進に有効な情報提示手法であることが明らかになった。

これらの要素を念頭に検討した基盤システム構成を図1に示す。はじめに、ユーザが使用している機器から取得したデータをもとに、デスクワークや運動等のユーザ状態を検出する (図1のA)。次にユーザの作業状態の検出を行う際に緊急度が低く、中断可能な作業の実施を検出した場合は、提案するながら運動の決定を行う (図1のB)。緊急度が高く、中断不可能な作業の実施を検出した場合は、ながら運動の提案を実施せずにユーザの状態検出を続ける。その後、あらかじめ作成したルールデータベースからユーザの活動種目に合わせたながら運動の種目を決定する (図1のC)。ユーザに提示する情報はながら運動種目のイメージ図や目標等を含めることで必要な事柄を端的に伝えることが可能となる。また、機器からながら運動の実施状態を検出した場合は、ながら運動の実施時間や運動フォームの評価を行う (図1のD)。運動終了直後の即時的フィードバックと作業終了後等のまとめフィードバ

クの2種類に分けて行い、ユーザに実施回数のグラフ等を提示することでながら運動実施のモチベーションを維持することを目指す (図1のE)。ながら運動の提案情報やフィードバック情報は、ユーザに提示する最適なタイミングを検出し、通知回数や通知間隔を考慮してユーザが行う作業を妨げないタイミングでプッシュ通知等による情報提示を行う (図1のF)。

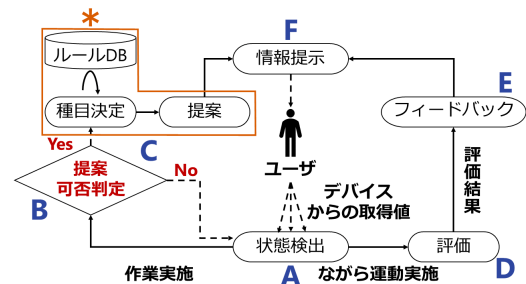


図1: 基盤システム構成

この構成をもとに、任意の作業種目に適したながら運動種目の提案機能やユーザが行う作業における緊急性と中断可否の判定機能について、調査を元にして追加し、適切な通知量とタイミングで端的な内容の提案とフィードバックを行うシステムを設計する。

2.2 作業内容に適したながら運動種目の決定

様々なシチュエーションに適したながら運動促進システムを設計するに当たり、「体勢」、「主作業部位」、「環境情報」の3種類の情報から適切なながら運動種目の提案を行う。次の表1に体勢と主作業部位、環境情報で判定する状態を示す。体勢は代表的な体位と移動中を考慮した状態を判定する。これは体勢によって可能な運動が異なるためである。また、主作業部位を識別することにより、ユーザが行っている作業に使用している部位とながら運動で使用する部位の重複を防ぐ。つまり体勢と主作業部位の情報により、ユーザの作業内容を考慮した運動種目を提案する。また、環境情報はユーザの状況や場所を把握可能にするもので、家具に装着したセンサからの情報やユーザの位置情報等が該当する。環境情報からユーザの具体的な作業内容や状態が推定可能であるため、より実施しやすいながら運動種目を提示することが可能になる。

表1: 体勢と主作業部位、環境情報で判定する状態

判定情報	判定する状態
体勢	立位, 座位, 臥位, 歩行
主作業部位	上半身の使用, 下半身の使用
環境情報	使用中の物体, 場所

3 運動種目推薦機構の設計と精度評価

3.1 運動種目推薦機構の設計

2.2節の内容を踏まえた、ユーザの作業内容に適したながら運動種目決定機能の構成を図2に示す。この機能は図1の*部に相当する。

Exercise Recommendation for Encouraging People to Do Exercises while Doing Tasks

† Mizuki KOBAYASHI †† Airi TSUJI †† Kaori FUJINAMI

† Department of Bio-Functions and Systems Science, Tokyo University of Agriculture and Technology

†† Division of Advanced Information Technology and Computer Science, Tokyo University of Agriculture and Technology

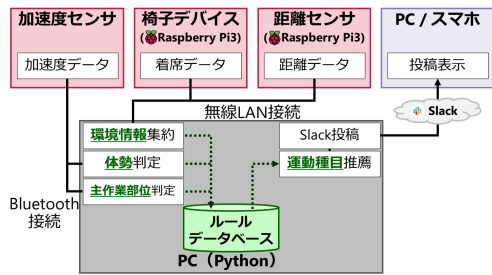


図 2: 作業内容に適したながら運動種目の決定機能の構成

体勢と主作業部位の 2 情報は加速度センサをユーザの左手首と右太ももに装着して取得する。左手首はスマートウォッチを、右太ももはズボンのポケットに入れたスマートフォンに見立てている。環境情報として椅子デバイスに設置した圧力センサの値によって使用状況を得る。また電子レンジの前のような、人が立ち止まる場所に距離センサを設置することによってユーザの場所情報を得ることが可能になる。加速度センサは PC と Bluetooth 接続し、椅子デバイスと距離センサの値は Raspberry Pi3 を経て PC に無線 LAN 接続により送信される。これらのデータから体勢、主作業部位、使用している物体や存在する場所に関する情報を抽出し、適切な運動種目をデータベースから選択しユーザに推薦する。ルールデータベースは運動種目の実施方法等に加え、システムが運動種目を決定を行う際に必要な「体勢」、「実施シチュエーション」を記録している。提案情報は Slack アプリを通じてユーザの PC やスマートフォンに送信される。

3.2 体勢・主作業部位の判定機能の実装

作業中のユーザの状況を判定する機能の実現に向け、日常行動を収集したデータセット [4] を用いて実際の日常行動からユーザの体勢と主作業部位を判定する機能を実装した。

体勢判定においては事前に収集した 3 種の体勢データを訓練データとして機械学習による判定モデルを作成し、日常行動から体勢が判定可能であることを検証するために各日常行動（「自転車に乗る」を除く 22 種類）の加速度データをテストデータとして精度評価を行った。また、機械学習による判定結果が妥当であることを確認するため、事前に本データセットの収集中の写真から各日常行動が分類される体勢を予想した。表 2 に各日常行動から予想した体勢を、表 3 に各日常行動から体勢を判定した際の結果を示す。なお、今回のデータセットはクラスごとにデータ数が異なるため、適合率、再現率、F 値はマクロ平均で算出している。

表 2: 各日常行動から予測した体勢

日常行動	体勢
座ってカップで飲む, 座って食べる, 読書, パソコンを使う, 座ってスマホを使う	座位
歯を磨く, 皿を洗う, 顔を洗う, 手を洗う, 上着の着脱, ホワイトボードを消す, ホワイトボードに書く, 立ってカップで飲む, 立って食べる, コーヒーを淹れる, 配膳, 立ってスマホで使う	立位
歩く, 走る, 階段を下りる, 階段を上る, 掃除機をかける	歩行

表 3: 体勢判定結果

正解率	適合率	再現率	F 値
0.914	0.914	0.914	0.914

表 3 より、高い精度で日常行動から体勢を分類することが可能であることが読み取れる。わずかに精度が下がった理由としては、「配膳」と「掃除機をかける」の誤分類が多いことが挙げられる。「配膳」はテーブル周りで歩く動作によって「歩行」と分類されることが多く、精度を下げる一因になったと考えられる。また「掃除機をかける」においても、立ち止まる場合と歩く場合とが混在していることで「立位」と「歩行」に判定結果が二分したと考えられる。

主作業部位においては、加速度センサデータを閾値によって使用状態と不使用状態に分類することで判定を行った。閾値は体勢判定で使用したデータセットから 22 種類の日常行動の分散の中央値を用いた。センサ値の分散が大きいくほど、値の振れ幅が大きいくを示しており、「ユーザがセンサの装着部位を用いた動作を行っている」ことが認識可能になる。判定結果から、「皿を洗う」等の行動における左手首の使用判定や、「配膳」等の移動を伴う行動における右太ももの使用判定を正しく行えることが明らかになったが、右手のみを使用する「座ってカップで飲む」等の行動や、両手を使用する「パソコンを使う」に対して、左手首を「不使用」と判定する場合は極めて多いことが明らかになった。したがって、この問題から生じる提案内容の不適切さを解消するために、上半身の運動と下半身の運動の 2 種類を同時に提案することとし、実施する運動をユーザ自身に判断させることにより、提案種目とユーザの状況のミスマッチを防ぐことが可能になる。

4 おわりに

本稿では、ながら運動を促進するためのシステムを提案した。先行研究 [3] から得られた知見より、ながら運動促進のための基盤システムの構成を検討し、さらにユーザがデスクワーク以外の作業種目を実施している場合でも適切なながら運動種目を提案する機能構成を示した。また、体勢と主作業部位の判定機能の実装と精度評価を行い、日常行動からユーザの体勢判定が可能であることが明らかとなった。また、主作業部位の判定においては指先を使用する行動の認識が困難であることが明らかとなり、判定結果の信頼度が低い場合に複数の運動種目を提案する手法を採用する方針を定めた。今後は、本稿で示した機能を含むシステムを用いた評価実験の結果から、ながら運動促進システムの構成をスパイラル状に洗練させていく。また、様々なながら運動種目の実施に対するフィードバックを適切に行うための認識方法と、システム全体の認識精度を向上させるための手法についても検討する。

参考文献

- [1] R. Guthold, et al. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. *The Lancet Global Health*, 6(10), pp. e1077–e1086, 2018.
- [2] スポーツ庁. 令和元年度「スポーツの実施状況等に関する世論調査」の概要. https://www.mext.go.jp/sports/content/20200225-spt_kensport01-000005136-1.pdf(2020-07-24 閲覧).
- [3] 小林美月, 他. デスクワークを対象としたながら運動促進システム. 情処学会第 83 回全国大会講演論文集, 2021.
- [4] 豊増聖実, 他. 要素行動の含有度合いを用いたゼロショット行動認識手法に関する研究. 情処学会第 82 回全国大会講演論文集, 2020.