

スマートカトラリーを用いた 多種情報センシングによる体調異常管理システムの検討

堀 恵大[†] 山本 寛[†]
立命館大学 情報理工学部 情報コミュニケーション学科

1. はじめに

近年、独居高齢者や単身者が増加しており、自分自身の健康を過信して通院しないことで、病気の発見が遅れることが問題となっている。このような問題の解決策として、ウェアラブルデバイスを用いて利用者の健康状態を観測する技術も普及しているが、新しく装置を身につけることに抵抗のある人(特に、高齢者)が多く普及していない。

そこで本研究では、独居高齢者や単身者が日常的に利用しているスプーンなどのカトラリー(食事道具)に、利用者の食事行動・生体情報に関する情報を計測するセンサを搭載[1]し、そのデータを機械学習により解析することで、病気や体調異常の予兆を検知するシステムを提案する。

2. 体調異常管理システム

提案システムの全体像を図1に示す。BLE (Bluetooth Low Energy)通信に対応した超小型組込みシステム(BLE Nano)に6軸加速度・角速度センサと心拍センサを接続し、カトラリーに搭載している。食事行動中に加速度・角速度データと心拍生データは50ms毎に計測されており、これらのセンサデータはセンサゲートウェイとなる利用者のスマートフォンへと送信され、解析サーバへ転送される。

解析サーバはセンサデータに対してフーリエ変換を適用し、フーリエ変換後の周波数成分において、各センサデータで体調変動の特徴が現れている特定の周波数帯に着目する。次に、その周波数帯をデータ2個毎に分割して平均・標準偏差を算出し、体調異常判定のための機械学習手法の入力となる特徴量として利用する。



図1. 提案システムの全体像

3. 多種の機械学習手法を用いた推定手法

本提案システムでは、前述の方法によりセンサデータから生成した特徴量と、推定結果の正解ラベル(体調正常 or 異常)の組となる訓練データを用意し、機械学習の学

習モデルを作成する。ここで機械学習手法としては、SVM (Support Vector Machine)・K近傍法・ロジスティック回帰・ランダムフォレストを用いる。これらの学習手法の学習モデルから出力される各推定結果の確率を、アンサンブル学習手法(Soft Voting)を用いて統合し、最終的な体調異常の判定を行う。

特徴量を算出する際には、加速度・角速度データは10秒間分、心拍データは20秒間分に対してフーリエ変換を適用し、体調異常に作用する周波数帯の値を基に特徴量を生成する。ここで、加速度Y軸と角速度Z軸のデータについては0~4Hz、加速度Z軸のデータについては0~3Hz、角速度Y軸のデータについては0~2Hzに、心拍データについては0~4Hzの周波数帯に着目している。

4. 実証実験

提案した手法の有効性を評価するため、ヨーグルトを対象食品として食事行動中のセンサデータから体調異常判定を行う。ここで、運動前後の身体状態の変化を体調変動と近似するものと仮定する。加速度・角速度データについては、各正解ラベルについて訓練データを30個・評価データを19個用意し、心拍データについては訓練データを15個・評価データを15個用意する。

表1に実験結果を示す。どちらのセンサデータを用いた場合でも約80%以上の高い適合率を実現している。また、両データを用いたアンサンブル学習を利用することで、全ての食事データに対して、正確に体調を判定できている。

表1. 体調異常判定の評価結果

正解ラベル	加速度・角速度	心拍
良い(運動前)	79%	100%
悪い(運動後)	100%	93%

5. まとめと今後の予定

本研究では、食事行動中の加速度・角速度データと心拍生データから特徴量を生成し、4つの機械学習手法を用いて解析を行うことで、体調異常判定を行うシステムを提案した。今後は、他食品・他カトラリーでの体調異常判定方法と、事前学習をすることなく、新規利用者の体調異常判定を行うアルゴリズムの構築を検討する。

参考文献

- [1] 山本寛, “実フィールドを対象としたIoTシステムの設計と実装”, 信学技報, vol.118, no.302, CQ2018-64, pp.3-8, 2018年11月.