

ウェアラブルデバイスを使用した複数センサの組み合わせによる調理行動の推定手法の検討

西 幸希

愛知工業大学情報学部

1 はじめに

料理のレシピを共有する方法にはさまざまな種類があり世の中に浸透している。インターネットが普及し情報の共有が簡単になった今ではインターネットでレシピが見られるようになっている。共有方法として自分のブログにレシピを載せたり、レシピ共有サービスの利用などがある。レシピ共有サービスとしてクックパッド¹やクラシル²などがある。また、レシピを利用して作成したものを報告する機能がある。クックパッドでは「つくれば」、クラシルでは「たべれば」が該当する。レシピを共有する際に調理作業中のデータも共有し、他の人と比較すると今後の調理に対するモチベーションの増加を狙えると考えた。他の人はレシピを共有した作者や自分自身などが考えられる。作業データを共有すると自分はレシピ作者と比べてどのくらい調理作業が違ってくるのか、過去の自分よりどのくらいうまくいったのかなどの比較ができる。例えば今と過去の自分を比較した場合調理が上達しているのがわかりやすくなり、もっと上手くなろうとするモチベーションが増加すると考えられる。またプロと比較した場合も改善点が見つかり調理の上達に近づけるのではないかと考えられる。

先行研究ではアプローチとしてウェアラブルセンサを使い調理作業をセンシングを行い比較用の特徴量を抽出していたが、加速度センサのみを使用しており簡単な調理動作にしか対応していなかった。そこで本研究では複数のセンサを用いたより高度な調理動作に対応したシステムの作成を目的とする。

2 関連研究

本章では関連研究についてウェアラブルデバイスを用いた技能評価や技能向上・調理行動推定に分けて説明する。それぞれのカテゴリーが本研究との関わりを述べる。

2.1 ウェアラブルデバイスを用いた技能評価

スマートフォン内蔵のセンサを使用して生活行動を推定する研究 [4] やウェアラブルセンサを用いたヤスリがけ動作の技能評価による熟達者の動作の再現に関する研究 [5] やウェアラブルセンサを用いた運転技能評価に関する研究 [6] などがある。これらの研究ではウェアラブルデバイスを用いて集めたデータをもとに技能評価を行うことで使用者の技術向上を目指している。本研究では調理動作の技能評価による技能向上を目的としてウェアラブルセンサを使用する。

2.2 調理行動推定の研究

例えば調理行動の推定に専用の機材を用いる研究がある。包丁に直接加速度センサを取り付け包丁技術を判定する研究 [1] やマルチモーダルセンシングによる料理中のマイクロ行動の認識を目指す研究 [2] や加速度センサを腕に取り付けて調理動作の判定を行う研究 [3] がある。これらの研究は主に調理機材やキッチン、人間にセンサ類を取り付けるなどの自作の装置を用いて調理動作を推定している。本研究ではウェアラブルセンサに内蔵されている

加速度・角速度センサを用いて大掛かりな装置を使用せず調理工程の推定を行う。

3 加速度と角速度センサを用いた刺身の平造り推定

本章では先行研究の問題点と、本研究での目的について述べる。

3.1 先行研究の課題

先行研究としてここに綾人さんのやつがあるが加速度のみのシステムである。様々な調理動作が存在しているが加速度のみで推定可能な動作は少なく、きゅうりの輪切りなどの簡単な動作しか対応していない。そこで本研究では複数のセンサを用いて端末の動きを推定し特徴量として扱うシステムの作成を目指す。

3.2 要件定義

今までのシステムが対応していない動作として刺身の平造りがあげられる。推定できない理由としてはきゅうりの輪切りのような包丁とまな板が音を上げてぶつかる動作とは異なり、刺身の平造りは奥から手前に引くように切るため包丁がまな板と衝突した際に発生する加速度を特徴量として扱えなかった。

また、刺身を切る際の評価基準として次のようなものが使用できると考える。例えば、下手な人は切る際に包丁を小刻みに動かしてしまい身が崩れてしまい食感が悪くなってしまう。一方上手い人は一回の包丁を引く動作で刺身を切り出しており断面が滑らかで美味しくなると言われている。そこで端末の移動方向や距離が推定できれば切り込んだ回数を求めることができ比較ができると考え、加速度と角速度から端末の3次元的な移動を推定するシステムを作成した。

4 調理動作推定システム

本章では本研究で作成した端末の動きを推定するシステムの構成や推定手法について述べる。

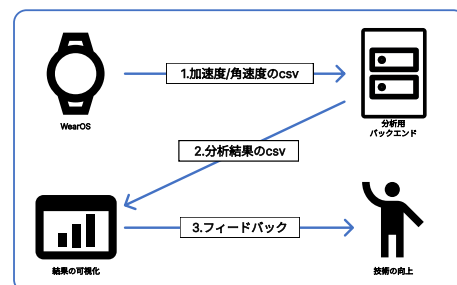


図 1: 本研究の概要図

4.1 データの収集

本研究ではウェアラブルセンサとしてスマートウォッチを使用した。他の候補としてセンサグローブが存在しており、指先の動作まで取得できるが防水性がないため本研究では手首に装着可能な

¹URL

²URL

スマートウォッチを採用した。スマートウォッチでセンシングを行うアプリを自作し取得した加速度・角速度を使用して推定を行う。

4.2 推定手法

本研究で作成した端末の動きを推定するシステムでは端末の回転量を求めて重力加速度を計算し、加速度から重力加速度を取り除き線形加速度を導出している。線形加速度と端末の回転を組み合わせて相対座標から絶対座標での線形加速度に変換を行い、二重積分を行い移動距離を導出している。本項では推定手法の詳細を述べる。

4.2.1 端末の回転量

今回は角速度と加速度に Madgwick フィルタを用いてセンサフュージョンを行い回転量をクォータニオンとして導出している。クォータニオンとは回転の量を表すもので、オイラー角や回転行列と相互に変換可能であり、上下がわからなくなるジンバルロックという現象が発生しない特徴がある。

4.2.2 線形加速度の導出

求めた回転量を使用して重力加速度を導出し、加速度から重力加速度を取り除き線形加速度を導出している、しかしこのままでは相対座標に基づいた移動なので、端末の姿勢を変化させながら動かすと異なる座標軸での移動と検出される。そこで次の式を用いて変換を行う。

$$\mathbf{a}_{\text{絶対}} = \mathbf{q} \cdot \mathbf{a}_{\text{相対}} \cdot \mathbf{q}^{-1}$$

絶対座標へ変換することで端末の姿勢が変化した際にも同じ方向に対する移動として検出可能となる。

4.2.3 移動距離の導出

求めた絶対座標での旋回加速度を二重積分して移動距離を導出しているしかし、このままでは誤差が蓄積しており正しい移動距離が推定できていない。

ここに図でフィルタ前と後のグラフ

そこでハイパスフィルタを用いて、誤差の軽減をしている。

4.3 データの可視化

3次元的な動きを扱うにあたり扱うデータが多くグラフで可視化してもわかりづらい。そこで求めた回転と移動を 3D 空間での可視化を行うシステムを作成した。

ここに可視化するぞうの画像

この可視化システムによって、現実の動きとの比較が容易になり、特徴量の抽出を行いやすくなった。

5 システムの動作確認 (仮)

6 まとめと今後の展望

参考文献

[1] 小林 花菜乃, 加藤 岳大, 横窪 安奈, ロペズ ギョーム: 加速度センサを用いた包丁技術向上支援システムの提案, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2164 論文集, Vol. 2020, pp. 1000-1003 (2020).

[2] 石山 時宗, 松井 智一, 藤本 まなと, 諏訪 博彦, 安本慶一: マルチモーダルセンシングに基づく料理中のマイクロ行動認識の提案, 2021 年度 情報処理学会関西支部 支部大会 講演論文集, Vol. 2021, (2021).

[3] 大神 健司, 飛田 博章: 手首装着型の加速度センサを用いた実時間調理行動認識手法の実現, 人工知能学会全国大会論文集, 2023, JSAI2023 巻, 第 37 回 (2023).

[4] 大内 一成, 土井 美和子: 携帯電話搭載センサによるリアルタイム生活行動認識システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 53, No. 7, pp. 16751686 (2012).

[5] 榎堀 優, 間瀬 健二: ウェアラブルセンサを用いた熟練指導員のヤスリがけ技能主観評価の再現, 人工知能学会論文誌, Vol. 28, No. 4, pp. 391-399 (2013)

[6] 多田 昌裕: 実世界に広がる装着型センサを用いた行動センシングとその応用: 6. 装着型センサを用いた運転者行動センシング, 情報処理, Vol. 54, No. 6, pp. 588-591 (2013).