

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

小林 花菜乃¹ 加藤 岳大¹ 横窪 安奈¹ ロペズ ギヨーム¹

概要: 人間が健康に生きるために食生活習慣は重要であり, 食生活を好ましい方向に導くためには, 料理の学習と実践をし, 調理技術を向上させることが必要不可欠である. しかし, 料理初心者にとって, 包丁は怪我をする恐れがある道具であり, 包丁の基本的な使い方を習得していない人が多い. 本研究では, 料理の基本である包丁技術を向上させるために, 包丁の柄先に装着可能な加速度センサを用いて, 熟練者の包丁技術を判定する包丁技術向上支援システムを提案する. 料理初心者と料理熟練者による包丁技術の特徴量を明確にするために, 提案システムを用いて包丁技術を判定する実験を行った. その結果, 初心者の包丁技術を向上させる指標として左右方向加速度の平均値, 前後方向加速度の標準偏差, 上下方向加速度の標準偏差の3指標が有効であることが確認できた.

Proposing a System to Supporting for Kitchen Knife Skill Improvement using Acceleration Sensor

HANANO KOBAYASI¹ TAKEHIRO KATO¹ ANNA YOKOKUBO¹ GUILLAUME LOPEZ¹

1. 序論

人間が健康に生きるために食生活習慣は重要である. 食生活を充実させるためには個人が自身の食生活を管理する能力を身に付け, 自分自身で料理をすることが望ましい. また, 食生活を好ましい方向に導くためには, 料理の学習と実践をし, 調理技術を向上させることで外食の利用や欠食を防ぐ効果が期待できる [1]. しかし, 料理初心者 (以下, 初心者) のように調理技術力が低い場合, 包丁の基本的な使い方が身に付いていない人が多く [2], 食材を適切に切断することが難しい. 包丁技術を向上させる研究として, 児童が安全に食材の切り方が体験できるシステム [3] や, 料理熟練者 (以下, 熟練者) の包丁技術を可視化することによって学習者に所作を伝達するシステム [4] が提案されてきた. しかし, いずれも調理中の使用が難しいことや, リアルタイムでのフィードバックが得られないことから未だ多くの課題が残されている.

本研究では, 包丁の柄先に装着可能な加速度センサを用

いて, 熟練者と初心者の包丁の動きの違いから, 熟練者の包丁技術を判定する指標を明らかにすることを目的とする. また, 本指標を元に適切なフィードバックを表示する包丁技術向上支援システムを提案する.

2. 関連研究

近年, 料理技能支援を目的として包丁に着目した研究が数多く行われている. 齋藤ら [3] は, 児童が切れない包丁を用いることで安全を確保しつつ, 食材に応じた切り方を体感的に習得することができるシステムである KKse (Kitchen Knife Safety Educator) を提案した. KKse は食材型デバイス・板型デバイス・包丁型デバイスの3つで構成され, 食材型デバイスに内蔵されている圧力センサで正しい押し切りができていないかを判定し, 包丁型デバイスで食材を切断した触感を提示する. 西井ら [6] は, 包丁とトンダに装着したスピーカとマイクを用いて, 物体認識を効果的に行う手法を提案した. 使用器具に装着したコンタクトスピーカから様々な周波数の音を含む信号を発生し, 道具が接触した物体を様々な周波数域において振動させ物体を伝搬した音をピエゾマイクで収集する. 収集したデータを解析す

¹ 青山学院大学
Aoyama Gakuin University

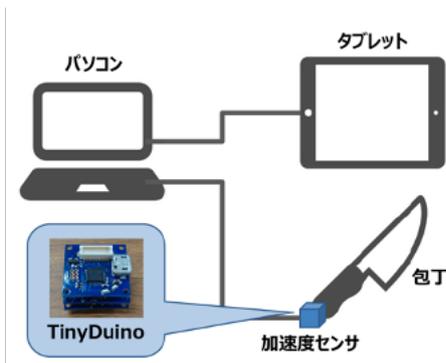


図 1 提案システムの構成.



図 2 タブレットのガイドモードの一例.

ることでトング型デバイスで 88%, 包丁型デバイスで 99% の精度で認識可能であった. また, 包丁以外の調理器具や食材に着目した研究として, 森岡ら [5] は, 2 台のカメラと 3 台のプロジェクタを用いてまな板や食材に具体的な指示を投影し, 調理者が質問したいときに返答する対話ロボットを提案した.

しかし, いずれの研究も複数の装置を使用するため, 日常生活における料理支援では導入コストが高いことが問題点として挙げられる. また食材の認識や調理行動の認識に焦点を当てている研究が多いものの, 初心者の技術向上を支援する研究には発展の余地がある.

3. 包丁技術向上支援システム

提案システムは, 安価で小型の加速度センサを用いて, 包丁動作を計測しリアルタイムでフィードバックを行うことで初心者の技術向上を支援するシステムである. 加速度センサで初心者の包丁動作を計測, 熟練者の包丁技術と比較し, 適切なフィードバックをタブレットに表示し, 包丁技術の練習を行うことを想定している.

3.1 提案システムの構成

図 1 に提案システムの構成を示す. 提案システムは Windows10 搭載の PC, Android 搭載のタブレット (NEC 社製の LAVIE Tab E), 包丁の柄先に加速度センサ (TinyCircuits 社製の Tinyduino) を装着した包丁デバイスの 3 要素から構成される. 包丁に装着した加速度センサは, 料理者の食材の切断操作の妨げにならないよう, 包丁の柄の後ろの部分に装着した. また, PC と加速度センサは Bluetooth で通信可能な状態で接続されており, 加速度センサから切断動作の加速度を取得し, PC 内に記録する. また, タブレットはまな板として使用することを想定しており, 加速度センサから取得したデータを解析し, 包丁動作の指示をタブレットに表示する.

3.2 提案システムの利用方法

タブレットに表示する包丁動作の指示には, 多様な食材



図 3 タブレットの支援モードの一例.

の切り方や包丁の使用方法を詳細に確認できる「ガイドモード」ときゅうりの小口切りの練習可能な「支援モード」の 2 機能がある. 図 2 にガイドモードの画面例を示す. ガイドモードでは, 食材を切断するまでの流れを説明する写真と説明を表示する. 包丁の使用手順は, 「置く」・「立つ」・「切る」の 3 つであり, 各工程の詳しい説明は, 写真下のボタンを押下して, 確認することができる.

図 3 に支援モードの画面例を示す. 支援モードでは, 起動時にユーザの利き手を回答する. 利き手を選択後, 図 3 内の黒枠の矩形内に食材を置くとスタートボタンが表示され, 押下すると支援モードが開始する. 支援モード開始後にスタートボタンがストップボタンに変化し, 加速度センサで計測した値からフィードバックが必要であると判断された場合に, 図 3 の左図のように包丁を動かす方向教示する画像を表示する. ストップボタンを押下すると支援モードが終了し, 支援モード中に計測した値からユーザの傾向を分析し, アドバイスを提示する.

4. 熟練者の包丁技術の特徴量抽出実験

熟練者と初心者の包丁動作の違いから, 熟練者の包丁技術を判定する指標を明らかにするために, 切断動作の加速度データを収集する実験を行った. 図 1 に示した提案システムの包丁から加速度データを収集し, PC を用いて分析した. 被験者は男女 15 名 (熟練者 2 名, 初心者 13 名) で,



図 4 提案システムを用いてきゅうりの小口切りを計測する様子。

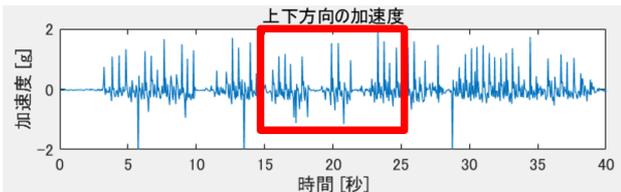


図 5 加速度データの中央を基準とし、前後 5 秒を抽出した範囲。

被験者 1 および被験者 3 が熟練者，それ以外の被験者が初心者であった。また，実験で用いる食材にきゅうりを選択した。きゅうりは予め 10cm に切った状態のものを用意し，タブレットの上にきゅうりを設置し，小口切りを計測した(図 4)。なお計測回数は被験者 1 人につき 5 回であった。

5. 実験結果

図 5 に熟練者 1 名の上下方向の加速度データのグラフを示す。計測した加速度データのうち，切断動作を行っていない時間を除くため，データ中央から前後 5 秒間，計 10 秒間を抽出し特徴量の分析を行った。本実験では，熟練者の特徴量として以下の 3 つを抽出した。

- (1) 左右方向加速度の平均値
- (2) 前後方向加速度の標準偏差の値
- (3) 上下方向加速度の標準偏差の値

(1) は包丁の左右方向の傾きを見ることが可能である。また，(2) では包丁の前後方向の振幅の大きさを，(3) では包丁の上下方向の振幅の大きさを確認することが可能である。

左右方向加速度の平均値の多重比較検定を行った結果を図 6 に示す。図 6 より初心者 13 人中 12 人に熟練者 1 名と有意差 ($p < 0.01$) があった。また，熟練者 2 名は初心者 13 人中 12 人よりも左右方向への動作が大きかった。

前後方向加速度の標準偏差の値の多重比較検定を行った結果を図 7 に示す。図 7 より，初心者 13 人中 11 人に熟練者 1 名と有意差 ($p < 0.01$) が見られた。また，初心者 13 人全員が被験者 1 よりも前後方向加速度の標準偏差の平均値が低かった。このことから，熟練者は初心者と比較して包丁を前後方向に大きく動かしながら切る傾向があることが確認できた。

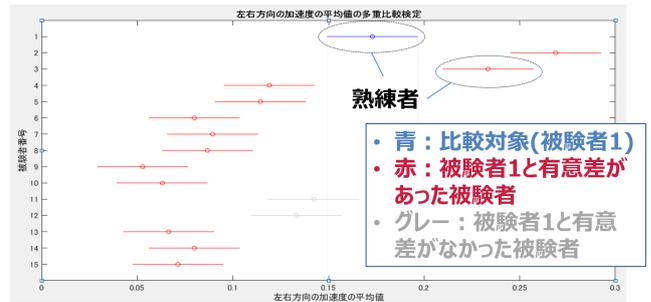


図 6 左右方向加速度の平均値の多重比較検定。

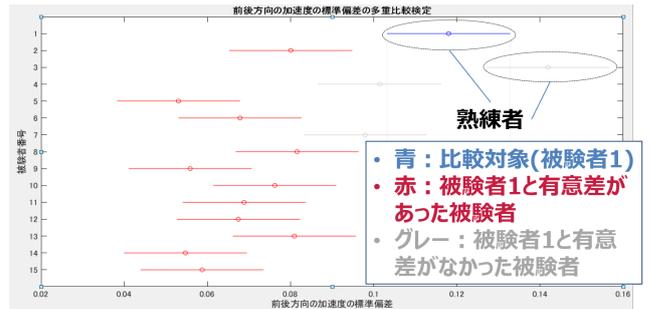


図 7 前後方向加速度の平均値の多重比較検定。

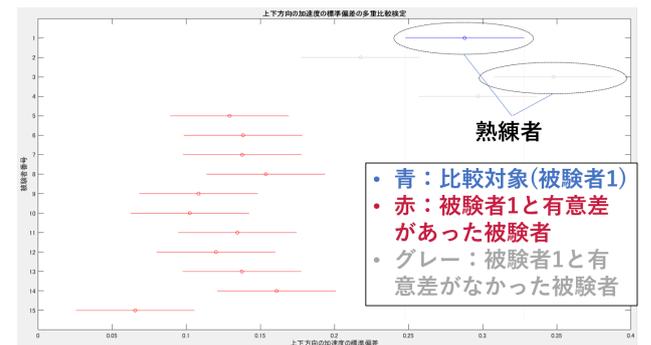


図 8 上下方向加速度の平均値の多重比較検定。

上下方向加速度の標準偏差の値の多重比較検定を行った結果を図 8 に示す。図 8 より，初心者 13 人中 11 人に熟練者 1 名と有意差 ($p < 0.01$) が見られた。また，初心者 13 人中 12 人が熟練者 1 名よりも前後方向加速度の標準偏差の平均値が低かった。このことから，熟練者は初心者と比較して包丁を上下方向に激しく動かしながら切る傾向があることが確認できた。

6. 考察

6.1 左右方向の加速度

左右方向加速度の平均値は，初心者と比較して熟練者の方が大きい値であった。図 9 に示すように，熟練者は食材を切断する際に，食材を抑えるために添え手をし，その指が包丁に当たっている様子が確認できた。柳沢ら [7] は，初心者と熟練者のきゅうりの輪切りの切り方を比較した結果，熟練者と初心者では，添え手の有無に有意差があったことを報告している。これらから，左右方向加速度の平均



図 9 熟練者の小口切りの様子（正面）

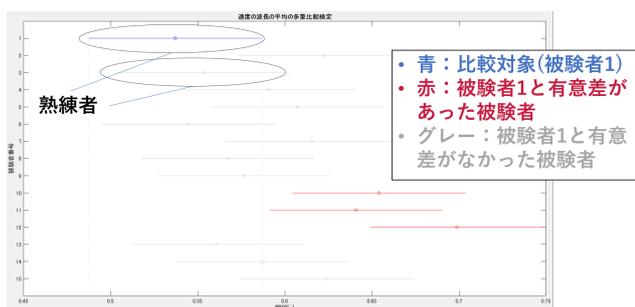


図 10 上下方向速度の波長の平均値の多重比較検定

値と添え手には相関があると考えられるため、左右方向加速度の平均値が包丁技術向上の指標として有用であると考えられる。

6.2 前後方向の加速度

包丁の切断動作にはいくつか種類があり、切断する食材によって使い分けをする。食材が野菜の場合、細胞の繊維を崩さないために包丁の重さを利用する「押し切り」を行う。「押し切り」では、前方に包丁をスライドさせながら下ろしていき、包丁がまな板に設置したら包丁を後方に戻すように動かすことが適切である。熟練者が包丁を前後に大きく動かしながら切断する傾向は、「押し切り」を行っているからであると考えられる。

そのため、前後方向加速度の標準偏差と「押し切り」には相関があると考えられるため、前後方向加速度の標準偏差が包丁技術向上の指標として有用であると考えられる。

6.3 上下方向の加速度

上下方向加速度を速度に変換し分析した結果、速度が正のときは包丁を上から下に下げ、速度が負のときは包丁を下から上に戻す動作であった。これは、速度の1周期が包丁の切断動作1回分に相当し、波長が切断動作1回分の時間に相当する。よって波長の平均値を算出すれば、切断動作1回に要する平均時間を確認することができる。図10に上下方向速度の波形の波長の平均値の多重比較検定結果を示す。多重比較検定の結果、熟練者1名と有意差があっ

た初心者は3人であったが、波長の平均値を比較すると初心者全員が熟練者1名よりも値が大きかった。これは、熟練者は初心者と比較して切断動作1回に要する時間が短いということを意味する。また、初心者は包丁を上から下にする速度が遅いことと切断動作1回毎に切断位置を定めてから切る傾向が確認できた。この2つの傾向は、いずれも時間を要する動作であり、熟練者にはこの傾向は見られなかった。そのため、初心者は熟練者と比較すると切断動作の速度が遅いことが明らかになった。

以上から、上下方向加速度の標準偏差と包丁を上から下に下すときの速度には相関があると考えられるため、上下方向加速度の標準偏差が包丁技術向上の指標として有用であると考えられる。

7. まとめと今後の展望

本研究では、初心者の包丁技術を向上させるために、加速度センサを用いた包丁技能向上システムを提案し、熟練者と初心者の包丁動作の違いを加速度センサを用いて明らかにした。本実験により、初心者の包丁技術向上の指標として、添え手の有無と関連がある左右方向加速度の平均値、「押し切り」と関連がある前後方向加速度の標準偏差、包丁を上から下に下すときの速度と関連がある上下方向加速度の標準偏差の3指標が有用であることが確認できた。今後は、提案システムの改良を行い、評価実験を実施して有用性を確認していきたい。

参考文献

- [1] 久保加織, 堀越昌子, 岸田恵津, 増澤康男, 細谷圭助, 中西洋子, 成瀬明子: 調理技術教育プログラムの構築に向けてのアンケート調査, 日本調理科学会誌, Vol. 40, No. 6, pp.449-455, 2007.
- [2] 堀光代, 平島円, 磯部由香, 長野宏子: 大学生の調理に対する意識調査, 岐阜市立女子短期大学研究紀要, Vol. 57, pp.61-65, 2008.
- [3] 齊藤志保, 野嶋琢也, 広田光一, 櫻井翔: KKse-包丁調理における児童の安全教育システム, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 116, No. 340, pp.39-44, 2016.
- [4] 由良亮, 浜野純, 萩原勇人, 楠瀬千春ほか: 6軸モーションセンサを用いた包丁技術の可視化装置の検討, 中京学院大学中京短期大学部研究紀要, Vol. 47, No. 1, pp.1-10, 2016.
- [5] 森岡俊介, 上田博唯: カメラとプロジェクタと対話ロボットが連携する調理支援システム, HAIシンポジウム2011II-2B-2, 2011.
- [6] 西井遥菜, 双見京介, 村尾和哉: アクティブ音響センシングを用いた野菜認識調理道具, DICOMO2019, pp.1731-1738, 2019.
- [7] 柳沢幸江, 熊谷まゆみほか: 動作解析法による包丁技術の向上に関する研究: 第1報: 熟練者と非熟練者の比較, 和洋女子大学紀要. 家政系編, Vol. 49, pp.57-66, 2009.