

キャベツの千切りにおける腕の動作分析と学習支援システムの開発

Arm Motion Analyses and Development of A Learning Support System for Shredding Cabbage

井上 駿, 曾我 真人

Shun INOUE, Masato SOGA

*1 和歌山大学システム工学部

Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

Email: s266027@wakayama-u.ac.jpsoga@wakayama-u.ac.jp

あらまし：千切り動作を一人で学習する際、動画を撮影することや鏡を使って練習する方法がある。しかし、これらの練習方法は正しいフォームを理解している人には効果的だが、フォームをまだ修得していない初学者には十分な効果が期待できない。また、料理教室に通うことや熟練者から直接教わる方法もあるが、費用や時間の制約、または周囲に熟練者がいないといった課題がある。そこで、本研究では9軸ジャイロセンサーを用いて初学者の千切り動作学習を支援するためのシステムを構築する。本システムではユーザーが行った動作を計測し、あらかじめ計測しておいた熟練者の動作データと比較してアドバイスを提示する。また、本システムを用いた評価実験を通じて初学者の学習に対する影響を調査する。

キーワード：9軸ジャイロセンサー、モーションキャプチャ、初学者、学習支援、千切り動作

1. はじめに

千切り動作を一人で学習する際には、動画を撮影することや鏡を使って練習する方法がある。このような練習方法は正しいフォームが理解できている習熟した人には効果があるといえる。しかし、正しいフォームを理解できていないような初学者には効果が薄くなってしまふ。

2. 関連研究

2.1 2次元動作解析を用いた包丁操作時における熟練者と非熟練者の上肢関節運動の解析

俵, 増らの研究⁽¹⁾では、給食管理業務における包丁技術の衰退と家庭での調理時間の制約を指摘し、効率的な学習支援を目的にしている。動作解析には簡便で妥当な2次元解析手法(Kinovea)を使用し、肩・肘・手首の関節角度を測定している。これにより、熟練者と非熟練者の動作の違いを明らかにし、効率的な学習を支援することを目指す。

2.2 データグローブを用いたリンゴ皮むき学習支援環境の設計と構築

太田らの研究⁽²⁾では、データグローブを用いてリンゴの皮むき動作支援システムを研究した。目的は、熟練者の動作データを基に初学者が効率的に技術を習得できるよう支援することである。システムは、リンゴと包丁の持ち方を判定し、皮むき動作を記録・分析した後、初学者に適切なアドバイスを提供して改善を促す。

3. 研究目的

1で述べたように、初学者にとって一人で千切り動作の練習を行うことは難しい。そこで、本研究では9軸ジャイロセンサーを用いてキャベツの千切り

動作を取得し、それをもとにアドバイスを提示するシステムを構築することで、初学者が一人でも効率よく練習を行えるのではないかと考えた。

2.1で述べた研究は、初学者と熟練者の包丁の使い方を分析するものであり、アドバイスの提示など学習をするためのものではなかった。また、2.2で述べた研究ではリンゴの皮むきをする際の包丁を押さえる力に関するアドバイスを提示しているが、本研究では包丁の押さえる力ではなく、キャベツの千切り時の角度、リズム、適切な力加減かに着目している点が異なっている。

4. システムの概要

本システムは、熟練者のキャベツの千切り動作を記録し、スーパーで売っているキャベツを使って評価する。Pythonで9軸ジャイロセンサーのジャイロや加速度を表示し、Unityで特定時間記録する。最終的に、熟練者の動きを表示し、Unityでアドバイスを提供する。

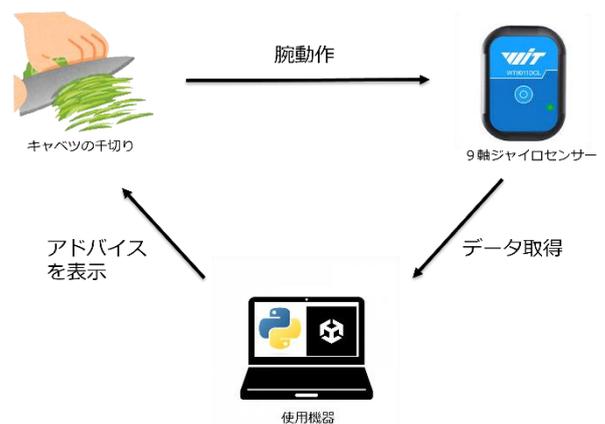


図1 システム構成図

アドバイスの基準は手首、下腕、上腕、それぞれにつけた9軸ジャイロセンサーの値の中で、振り下ろし動作だけを抽出し、そのロールとヨーが熟練者とどれほど離れているかによって示す。また、千切りするときの振り下ろしのリズムと振り下ろし始めから終わりまでの加速度の変動幅の計8つである。図2は実際に被験者のデータを入れた時のアドバイス例である。満たしていない項目は改善に満たしているアドバイスは良いということに表示される。

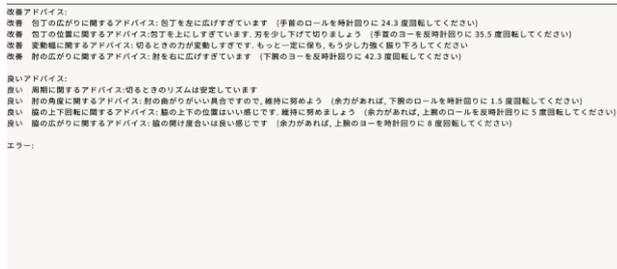


図2 アドバイスの一覧例

5. 評価実験

これまでキャベツの千切りの指導を受けたことがない初学者を対象に、統制群と実験群に分けて実施した。実験の流れは以下の通りである。

まず、両群とも事前テストとして、キャベツの千切りを30秒間行うことを1セットとし、それを2セット実施した。その後、統制群は熟練者の動画を見ながらキャベツの千切りを30秒間×6セット行い、実験群は本システムを使用して30秒間×6セットの練習を行った。最後に、事後テストとして再びキャベツの千切りを30秒間×2セット実施し、練習の前後で熟練者の角度に近づけたかどうかを評価した。

さらに、アンケートを通じて、システムの使いやすさや練習を通じて上達を実感できたかなどについて調査を行った。

6. 実験結果

本実験では、事前テスト+練習+事後テストを1回の評価実験とし、各被験者に対してこの評価実験を2回実施した。1回目の実験後、2回目は1週間後に実施した。帰無仮説として「統制群と実験群の2つの群の成長率に差があるとはいえない」、対立仮説として「統制群と実験群の2つの群の成長率に差があるといえる」と仮定し、各群の事前テストと事後テストのスコア差についてウィルコクソンの順位和検定を用いて分析した。その結果、1回目の実験ではp値が0.05を超えたため、帰無仮説が棄却されず、有意差は見られなかった。一方、2回目の実験ではp値が0.05を下回り、帰無仮説が棄却され、対立仮説が採択された。

ここで、図3,4の得点の出し方について説明する。熟練者と学習者の角度の差分をdとすると、得点Sを次のように定義する。

$$S = 100 - d \quad (\text{式1})$$

手首、下腕、上腕のそれぞれについて、ロール、ヨーを式1により計算し、それらの平均を得点としている。

このことは図4の結果からシステムが動画学習よりも有用であることを示している。

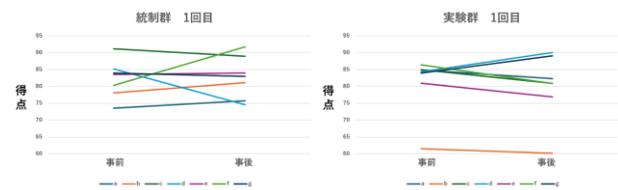


図3 1回目の実験

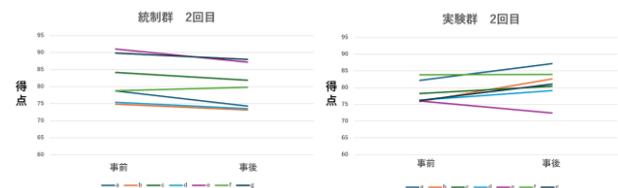


図4 2回目の実験

7. 考察

今回の実験で1回目に有意差が見られず、2回目に見られた原因として、1回目はシステムのアドバイスを実践することが初学者にとって難しく感じられたことが挙げられる。2回目に関して、統制群は同じ動画を使用したため、学習効果が限定的であった可能性がある。一方で実験群は、1回目の練習でシステムのアドバイス内容に慣れたこと、またそのアドバイスを実際の動作に取り入れることができるようになったことが、成長率の向上につながったと考えられる。

8. まとめ

本研究では、9軸ジャイロセンサーを用いて、初学者が一人でも効率的にキャベツの千切りの練習ができるよう、千切りのアドバイスを表示するシステムを構築した。また、本システムを使用した練習と、動画を使用した練習を比較する評価実験を行った。1回目の実験では、初学者にとってアドバイス通りに千切り動作を行うことが難しく、有意差は見られなかった。一方で、2回目の実験では、実験群の被験者がアドバイスに慣れ、動作を模倣できるようになったことや、統制群の被験者が同じ動画で学習効果が頭打ちになったことなどが要因となり、有意差が見られたと考えられる。

参考文献

- (1) 俵万里子, 増泰, 2次元動作解析を用いた包丁操作時における熟練者と非熟練者の上肢関節運動の解析 https://www.jstage.jst.go.jp/article/cookeryscience/55/3/55_149/_article/char/ja/, 日本調理科学会誌 (J. Cookery Sci. Jpn.) Vol. 55, No. 3, 149~154 (2022)
- (2) 太田沙織, 曾我真人, 瀧寛和, データグローブを用いたリンゴ皮むき学習支援環境の設計と構築, 信学技法 111(473),155-160,2012-03-10 東京:電子情報通信学会