



炒飯道 ～MR と磁力を用いた炒飯体験～

Cha-han do ～Cooking Fried Rice experience using MR and magnetic force～

坂口文哉¹⁾, 山本泰雅¹⁾, 村田充利²⁾

Fumiya SAKAGUCHI, Taiga YAMAMOTO, Mitsutoshi MURATA

1) 和歌山工業高等専門学校 メカトロニクス工学専攻

2) 和歌山工業高等専門学校 電気情報工学科

(〒644-0023 和歌山県御坊市名田町 77, <https://www.wakayama-nct.ac.jp/>)

概要: 炒飯道は, MR デバイスを装着した体験者が, 実物の中華鍋を持ってチャーハン作りを体験することを可能にするシステムである.

本システムは, 視覚フィードバックと触覚フィードバックの2つの技術を組み合わせて実現する. 視覚フィードバックは, MR デバイスを通して体験者が手に持っている中華鍋の動きに合わせて, 中華鍋の中にチャーハンの描写を行い, 物理演算を用いたシミュレーションにより, 視覚的に現実に近い挙動のチャーハン作りを再現する. 触覚フィードバックは, 永久磁石, 電磁石を用いて磁力により中華鍋を握ったとき, まるで本当にチャーハンが入っているかのような触覚を再現する.

キーワード: 視覚フィードバック, 触覚フィードバック, MR, 磁力

1. はじめに

チャーハンのご飯と具材を炒めるだけの料理であるが炒め方, 火力, 具材や調味料の量や入れるタイミングが少し違うだけでも味は大きく異なり, 理想のチャーハンを作るためには多くの試行錯誤や練習が必要である. しかし, 練習するためにチャーハンを何度も作ると, 費用がかかる, 食べ続けることで味に飽きてしまう, しかし食べないと食材が無駄になるといったさまざまな問題点があり, 頻繁に作ることは難しいと考えられる.

そこで, MR (Mixed Reality) デバイスおよび触覚フィードバック技術を用いて, チャーハン作りを実際に近い感覚で体験できるシステムを提案する. 本システムを体験することで, 実際に材料を用意せずとも, コツをつかむまで何度でもチャーハン作りを練習することができる. そして, 練習を繰り返すことで, 実際に調理する際にレベルの高いチャーハンを作ることを可能にする.

2. システム構成など

本章では, 炒飯道のシステム構成や, 各部システムの動作原理について記述する.

2.1 システム構成

本システムのシステム構成のブロック図は, 図1のとおりである.

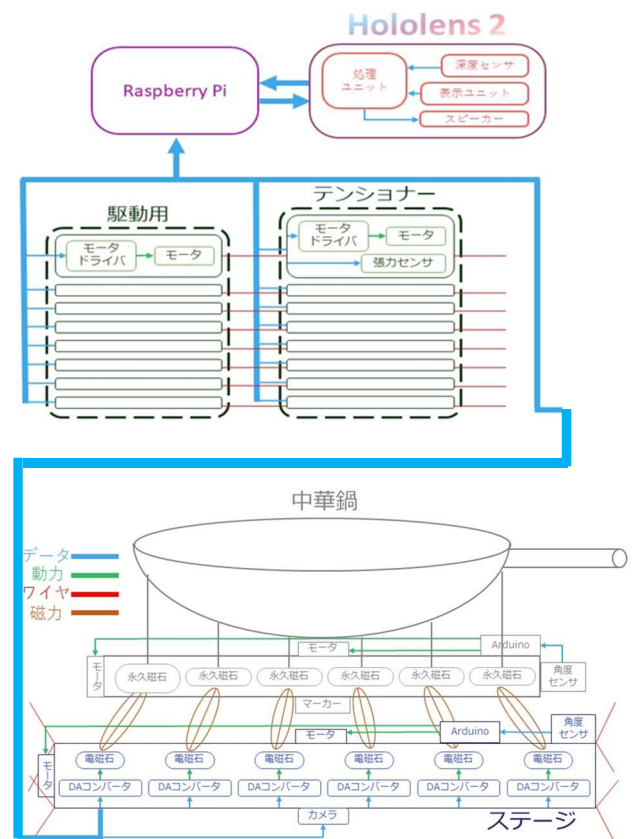


図1: ブロック図

2.2 視覚フィードバック

本節では、チャーハンの描写などに関する視覚フィードバックについて具体的に解説する。本システムのソフトウェアはUnityを用いて作成し、中華鍋の動きに対するチャーハンの動きを計算してMRデバイスに描写する。また、実物と同じ寸法の中華鍋、同じ質量の米や具材をUnity上で再現し、中華鍋の動きをトラッキングして物理演算を用いたシミュレーションを行うことにより、現実に近いチャーハンの挙動を再現する。

2.2.1 MR デバイス

本システムでは、MRデバイスとして、HoloLens 2を使用する。HoloLens 2では中華鍋の位置がどのように変化したのかをもとに、チャーハンの具材がどのように動くかを計算し、中華鍋内にチャーハンの映像を描写する。また、実際にチャーハンを作っている臨場感を体感するためにHoloLens 2に搭載されているスピーカを用いて調理時の音を再生する。さらにチャーハンが中華鍋のどの位置にあるか、重心の位置や、かかる重力等の情報をRaspberry Piに送信する処理も行う。

2.2.2 トラッキング

中華鍋にQRコードを設置し、HoloLens 2を用いてその動きをトラッキングすることにより中華鍋の位置がどのように動き、傾いたのかを検出する。

また、体験者の左側にある調味料や具材が入った小皿についても同様にQRコードを設置し、HoloLens 2で読みとることにより小皿内に調味料や具材を描写し、右側にある皿には調理後のチャーハンを描写する。

2.3 触覚フィードバック

本節では、中華鍋の中にチャーハンが入っている感覚を再現するための手法について解説する。

2.3.1 磁力発生装置

触覚の再現のために、中華鍋の底面に永久磁石、ステージに電磁石を設置して磁力を発生させてチャーハンの重さを再現する。チャーハンを調理する際、中華鍋の前方にチャーハンが寄ることが多いため、中華鍋前方に磁力を発生させる必要がある。実際に磁石を用いて磁力を体感できるか試したところ、中華鍋の前の方に取付けることで、鍋の中に物が入っているかのような感覚を得ることができたため、本システムでは中華鍋の前方に6個の永久磁石を取り付けることによりチャーハンの具材の重みを再現することとした(図2)。

また、チャーハンの重みを再現するためには、調理の状況によって中華鍋にかかる磁力を調整する必要があるが、これは電磁石に流す電流の大きさを調整することにより行う。具体的には、Raspberry Piを用いて計算して送られてきた電流値を、DAコンバータにてデジタル信号からアナログ信号に変換することで、電磁石に流れる電流を調節する。

2.3.2 磁力調節機構

チャーハンを調理する際、中華鍋を傾ける、振り上げるなどの動作を行うため中華鍋の角度が変わることがある。しかし、中華鍋の角度が変わるとステージと中華鍋についている磁石の向きが異なってしまい、重さを再現することが困難となる。そのため磁石の向きを常に地面と鉛直方向に保つ必要がある。また、中華鍋を傾けた際、中華鍋側の磁石の向きだけ鉛直に保つと傾きによって磁石間の距離が場所によって異なり、磁力が弱くなってしまふことが考えられる。よって、中華鍋とステージについている磁石の中華鍋にかかる磁力の方向を地面に対して垂直に保つ必要がある。

そこで本システムでは永久磁石と電磁石による磁力が常に鉛直方向になるように、角度センサ、Arduinoを用いて中華鍋、ステージの角度を読み取り、モータを用いて磁力を地面と鉛直方向に保つ機構を作成し、使用する。

この機構はHoloLens 2やRaspberry Piで行う処理とは独立しており、角度センサ、Arduino、モータのみで単体で動作し、動作イメージは図3、4、5のようになる。図3は磁石が初期状態であり、図4では中華鍋を横に傾けたときの状態、図5は縦に傾けた状態を表しているが、どのような場合でも磁石は鉛直な状態を保っていることを表している。また、この機構では同時に縦、横両方に傾けたとしても同様に磁力を常に鉛直に保つことが可能である。

このような機構を中華鍋、ステージの両方に設置することにより、どのように中華鍋を傾けても常に磁力を地面と鉛直に保つことが可能となる。

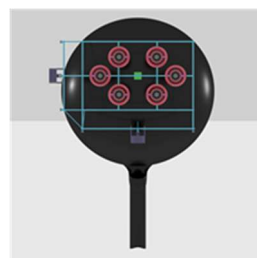


図2: 中華鍋と電磁石

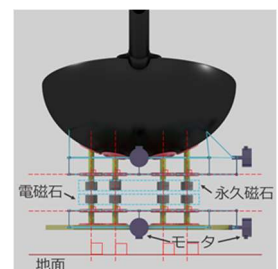


図3: 磁力調節機構

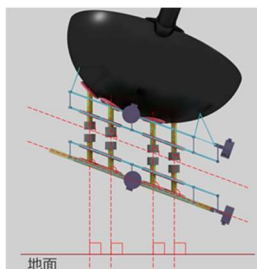


図4: 横に傾けた場合

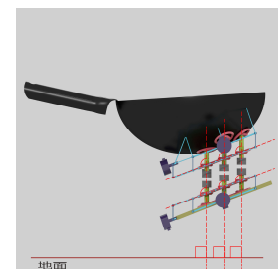


図5: 縦に傾けた場合

2.3.3 ワイヤ、モータによるステージの移動

中華鍋を振り上げる等の動作をしたとき、中華鍋とステージの位置関係が変わってしまい、磁力が弱くなってしまうことが考えられる。よって、中華鍋とステージの位置関係を保つために中華鍋と連動してステージも動くようにする必要がある。

そこで、“Cable Driven Parallel Robot”と呼ばれる平行マニピュレータを参考にして、図6に示すようにステージの4隅にワイヤを2本ずつ取り付け、そして図7に示すように、図の左側のテンショナーでワイヤの張力を保ちながら、右側の駆動用モータを用いてワイヤの巻き取りや繰り出しを行うことで、ステージが6DoF(6自由度)に対応する動きを行うことが可能となる。

また、中華鍋にトラッキングマーカを設置し、ステージ上にカメラを設置してマーカをトラッキングすることにより中華鍋の動きを検出することが可能となり、検出した情報をもとにRaspberry Piからモータを動作させることで、図8, 9のように中華鍋に合わせてステージの位置を調節することができる。最終的なシステムの完成予想図は図10の通りである。

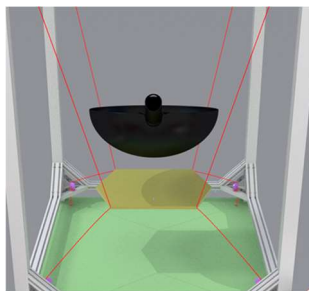


図6 テンショナーと駆動用

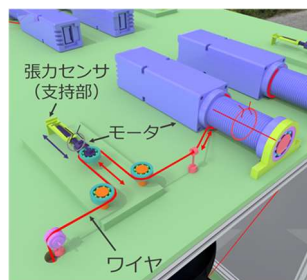


図7 ステージとワイヤ

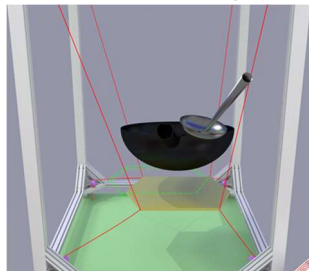


図8 ステージの移動

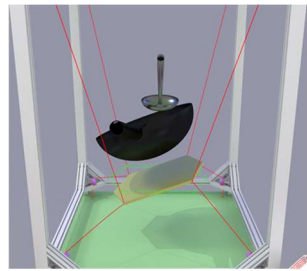


図9 ステージの傾き



図10: 完成予想図

3. 体験概要

本システムはチャーハンを調理する感覚を再現し、実際に調理する時においしいチャーハンを作れるようになることが目的であるが、おいしいチャーハンといってもどの味が一番おいしいかなどの正解はなく、様々な美味しいチャーハンの作り方が存在する。そこで本システムでは、美味しいチャーハンの一例として、我々が考えた調理法に従って体験するスコアモードと、自分で好みの調理を行う練習モードを実装する。両モードともに体験者の左前に調味料の量などを決めるためのウィンドウが表示され、スコアモードでは前方に作り方の説明、右前に項目ごとの点数を表示する。

以下に体験方法を記す。

- (1) 中華鍋の前に立ち、HoloLens 2を装着し、炒飯道システムを起動する。
- (2) プレイしたいモードをタッチし、選択する。(図11)
- (3) 調味料、具材の量を選択すると、体験者の左の小皿に調味料や具材が表示される(図12, 13)。
- (4) 調味料の選択が終了し、コンロに火をつけて卵を入れると調理がスタートする。
- (5) 現実と同じようにチャーハンを調理していく。
- (6) 完成したらカロリーや栄養成分が表示され、スコアモードでは各項目と合計点が表示される。(図14)



図11 タイトル画面



図12 調味料の選択



図13 調味料の分量の選択



図14 リザルト画面

4. まとめ

炒飯道ではMRデバイスを用いた視覚フィードバック、磁石などにより中華鍋に力を加える触覚フィードバックの2つの技術を組み合わせることによって、現実に近い感覚のチャーハン作りを体験することができるシステムを提案した。

参考文献

- [1] XueJun Jin, Jinwoo Jung 他: Geometric Parameter Calibration for a Cable-Driven Parallel Robot Based on a Single One-Dimensional Laser Distance Sensor Measurement and Experimental Modeling, sensors, 2018.