

MR 環境における視覚フィードバック手法の検討

Investigation of visual feedback method in MR environment

山本 泰雅† 謝 孟春† 中嶋 崇喜† 森 徹†
Taiga Yamamoto Mengchun Xie Mitsuki Nakashima Toru mori

1. はじめに

近年、VR(Virtual Reality : 仮想現実)や AR(Augmented Reality : 拡張現実)などの xR と総称される技術が発達しており、ゲーム、医療、産業など多くの分野で活用されている。xR の中に、AR と VR を組み合わせた MR(Mixed Reality : 複合現実)と呼ばれる技術が注目されている。MR とは現実の景色をシースルーディスプレイで見ながら、そこへ仮想的な物体や情報を AR のように CG を用いて重畳表示するものである。MR の活用例として、医療分野では歯科手術中の患者の血管や神経を本人の口の中に合わせて表示することが行われており、工場オペレーションでは、操作の順番が現実の装置に重畳表示されて人的ミスを減らすような取り組み事例が報告されている¹⁾。

MR では重畳表示された CG に対して操作を行い、その結果を CG として反映させることが可能である。しかし、MR は現実にある景色がベースのため、現実感はあるが、VR より没入度が低いと言われている。ここで、実際に存在するモノを動かし、その動きに連動した CG による視覚フィードバックを実現できれば、より現実感があり、かつ没入的な体験が可能になると考えられる。

本研究では、MR デバイスを用いて現実の状況と連動しながら、物質を CG として描写する視覚フィードバック手法を検討する。身近な料理に着目し、MR デバイスで炒飯作りを体験できるシステムを構築する。

2. MR のシステム構成

本研究では、図 1 に示している MR の視覚フィードバックシステムを構築した。本システムは実際の中華鍋を振るなどの動作をした際、MR デバイスを用いて仮想の炒飯の具材を描画することで炒飯作りの体験を可能とする。炒飯の挙動の計算は PC で行い、同一ネットワークに接続された MR デバイスに映像を送信する。また、実際の調理器具で操作するため中華鍋の動きをトラッキングする必要があるため、RaspBerry Pi とカメラモジュールで中華鍋のトラッキングを行う。

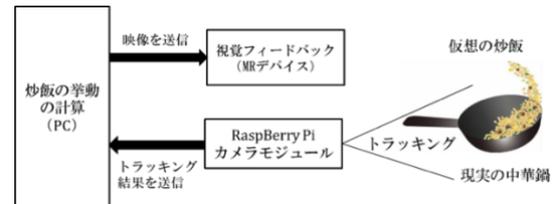


図 1 MR による視覚フィードバックシステム

2.1 視覚フィードバック

VR と MR の視覚フィードバックを比較すると、VR は体験者の動きに合わせて仮想の物体が大きく動いて描写される活用例が多く存在する。一方、MR は情報などを現実の景色に重ねて描写するような活用例が多く、VR のように大きい動きが描写されることは少ない。そこで本研究では、MR で VR のような動きの大きい視覚フィードバックが得られるソフトウェアを制作する。

本研究のソフトウェアは、Unity Technologies 社が提供するゲームエンジンの Unity を用いて作成する。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、現実の中華鍋に合わせて Unity 上の鍋を動かし、炒飯のシミュレーションを行う。現実に近い視覚フィードバックを得るためには、描写する炒飯が現実と同じ挙動をする必要があるため、物理演算を用いて炒飯の挙動を計算する。

2.2 流体シミュレーション

炒飯のシミュレーションには Unity の流体の計算を少ない計算量で行うことができる NVIDIA Flex for Unity というアセットを利用する。アセットは他の人が作ったゲームの部品のことであり、今回使用するアセットは Unity 本体の機能を拡張するものである。NVIDIA Flex for Unity を用いて、炒飯の挙動に合うように粒子のパラメータやマテリアルを調整することで、Unity 上で現実に近い炒飯の動きを再現する。

2.3 MR への映像出力

本研究では MR デバイスとして HoloLens 2 を使用する。HoloLens 2 は PC に接続せず単体で動作可能であるが、炒飯のシミュレーションは物理演算を使用する都合上、HoloLens 2 のスペックでは単体での動作が不可能である。そこで、Unity 上で

†和歌山工業高等専門学校,

処理した映像だけを HoloLens 2 にリアルタイム転送することができる Holographic Remoting for HoloLens 2 というソフトウェアを利用する。

Holographic Remoting for HoloLens 2 は、PC と HoloLens2 を同一ネットワークに接続するだけで使用可能であり、有線で接続せず低遅延で PC 側の映像を HoloLens2 で確認することができる。

2.4 トラッキング

本研究では、Aruco マーカー (図 2) を中華鍋に搭載し、Raspberry Pi とカメラモジュールを用いてマーカーをトラッキングする。トラッキングした情報を PC に送信し、Unity 上で計算することで中華鍋の位置に応じた炒飯の映像を描画する。

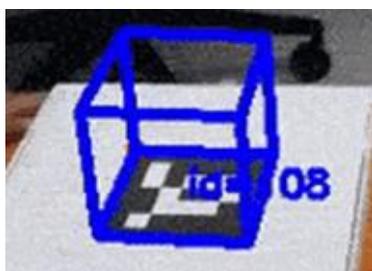


図 2 Aruco マーカー

3. MR のシステムの評価方法

MR のシステムが VR よりも現実に近い体験ができるのかを検証するために、VR でも同様のシステムを作成する。

VR のシステムにおいても、現実の中華鍋を操作して仮想の炒飯を調理する点は MR のシステムと同様であるが、現実の世界が見える MR のシステムに対し、VR のシステムではキッチンの背景や中華鍋等の目に見えるものは全て 3DCG で表現されている。

本研究では、被験者に MR と VR のシステムを両方体験してもらい、SD 法を用いてアンケートを行う²⁾。SD 法とは、対立する形容詞の対を用いて 5 段階または 7 段階の尺度で回答させるアンケート手法である。SD 法の結果を元に相関分析を行い、グラフを作成して相関係数を調べる事により、他の VR についての研究との比較も可能となる。

また、GoodBrain 社の脳波計 Muse を用いてシステム体験時の脳波を計測し、定量評価を行う方法についても検討している³⁾。

4. 結果

本研究で作成した MR のシステム体験した結果を図 3 に示す。現状ではトラッキング機能をシステムに導入できていないため、プログラムで自動的に制御する仕様となっている。

また、VR のシステムの実行結果を図 4 に示す。VR のシステムにおいてもトラッキング機能は実装できていないため、現在

は VR 用コントローラーを移動させることで、中華鍋の移動を可能としている。



図 3 MR 版の動作結果



図 4 VR 版の動作結果

5. まとめと今後の課題

本研究では、MR と VR のシステムで炒飯の挙動を再現することができ、現実に近い視覚フィードバックを確認することができた。Aruco マーカーによるトラッキングは、Web カメラで動作確認を行ったところ、追従性能が満足できるものであることが確認できた。今後 Aruco マーカーを MR と VR のシステムに実装し、どちらのシステムの方が現実に近く、没入度が高い視覚フィードバックが得られるのか評価する。

また、VR 環境下において知的作業時の作業者の心的状態を脳波から計測する研究が行われている事例があり⁴⁾、脳波データを活用すれば MR と VR のシステムの没入度に関する定量評価も可能であると考えられるので、今後脳波データの処理方法や計算方法なども検討する。

参考文献

- [1] fumi : MR(複合現実)とは?MR/VR/AR の違いと活用事例 5 選, <https://goworkshop.com/magazine/mr-vr-ar/>, 2019.
- [2] 横井 梓, 齋藤 美穂: VR 空間における心理的影響の評価に関する検討, 日本建築学会環境系論文集 第 78 巻 第 683 号, 1-7, 2013.
- [3] 長嶋 洋一: 脳波バンド"MUZE"による心理計測の可能性について, 1-4, 2016.
- [4] 六浦由佳, 長尾 確: 脳波に基づく VR と現実での作業者の心的状態の計測と比較, 情報処理学会第 80 回全国大会, 1-2, 2018.