

MR デバイスを用いた調理支援システム A Culinary Support System Using a MR Device

中島 颯太[†] 中島 誠[‡]
Sota Nakashima Makoto Nakashima

1. はじめに

近年、現実世界と仮想世界を融合する MR(Mixed Reality) デバイスが注目され、様々な場面で使用されるようになってきた。例えば自動車メーカーの、車体の設計、生産工程の改善あるいは車体を修理するトレーニング[1]の他、NASA における宇宙船の開発サポート[2]に HoloLens2[3]が使用されている。現在のところ、非常に高価でサイズも比較的大きな MR デバイスは産業用途で利用される割合が高いが、技術進歩により、個人向けの MR デバイスが普及するとともに、MR 市場がこれから大幅に拡大していくと予想されている[4]。

我々は産業用途ではなく、MR デバイスの日常生活における活用の可能性を検証している。その一環として、本稿では、普段の生活の中の「調理」をテーマに、MR デバイスを活用した調理支援システムの提案を行う。このシステムでは、家庭で行う日常的な調理過程で生じる 3 つの煩わしさ（調理スペースの狭隘、衛生面への配慮、レシピの読解）に注目し、これらの煩わしさを MR デバイスで解消する機能を提供する。評価実験では、実際に 2 種類の料理を、普段から調理に慣れたユーザとそうでないユーザに作ってもらい、煩わしさの解消に寄与することができる事を確認した。

2. 関連研究

田中ら[5]による研究システムでは、Hololens2 のカメラで焼き始める前の肉を撮影すると、物体検出した肉の種類に合わせて焼き時間を示すプログラムタイマーがセットされる。カウントダウン終了を示すエフェクトとサウンドによって焼き上がりをユーザに知らせる。単純に肉をちょうどよい焼き加減で焼けるようにするというだけでなく、一人の食事に対して新たなエンターテインメント性を創出することを目的としている。

Kato ら[6]は、本物の野菜に仮想の切断線を重ねることで野菜の切り方を自分で学ぶことができるシステムを提案している。ユーザは 6 種類の野菜の切り方の中から自分が練習したいものを選択することができ、切り方を選択すると文字とイラストで説明が表示される。MR デバイスに表示させる枠内にユーザが野菜を置くと、野菜の上に切断線が表示される。この研究は調理技術を高めることにより自炊率を向上させて、野菜摂取量を増加させるといった食生活の改善を目的として行われた。

[†] 大分大学大学院工学研究科 Graduate School of Engineering, Oita University

[‡] 大分大学理工学部 Faculty of Science and Technology, Oita University

これらの研究は、MR デバイスを用いて調理の支援を試みたものであるが、いずれも「肉を焼く」、「野菜を切る」などの特定の調理動作の支援に着目している。以下では、MR デバイスを日常生活で有効活用できる事を確認することを目的に、調理全般をスムーズに行えるよう支援するシステムを提案する。

3. MR デバイスを用いた調理における煩わしさの解消

3.1 調理における煩わしさ

1 つめの煩わしさは衛生面の確保である。生肉を触ったり、素手で調味料を食材に揉み込んだり、食材を洗ったりして、調理中にはどうしても手が汚れたり、濡れたりしてしまう。もし手が汚れている状態でスマホやレシピ本、タイマーなどに触れると、それらが汚れたり、生肉に付着している食中毒を引き起こす細菌やウイルス菌が付着したりしてしまう恐れがある。また、逆にスマホに付着している雑菌が食材に付着してしまい、食中毒の原因となる恐れもある。

2 つめの煩わしさは、情報を参照したいときに環境によっては即座に参照できない場合がある点である。例えば、調理場が狭く、調理工程を参照するためのレシピ本やスマホを置くスペースがない場合、それらの置き場と調理場を何度も行き来しなければならない。複雑な工程の場合は、調理者の短期記憶にも左右されるが、頻繁な往復が避けられない。

3 つめの煩わしさは、イメージのしにくい感覚的な工程が存在するという点である。この煩わしさを感じるのは、普段からあまり調理をしない人に多い。例えば、“ハンバーグの肉だねの大きさはどの程度が適切か”、“塩コショウ適量の適量とはどのくらいなのか”、“野菜がしんなりしてきたら火を止めるという場合のしんなりとはどの程度を指すのか”、“お肉に照りが出るまで炒めるという場合の照りとはどういったものなのか”というように、言語化しにくい感覚的な工程に悩まされる状況が度々存在する。

次節では、これらの煩わしさを、MR デバイスを活用して解消する方法について述べていく。

3.2 MR デバイスの特徴を活かした煩わしさの解消

MR デバイスの特徴は以下である。

1. 自由に移動、拡張が可能な情報を空間上に配置できる
2. 仮想のオブジェクトを現実世界にあるかのように扱える

これらの特徴を用いることにより、前節で述べた調理における 3 つの煩わしさを解消する方法を考える。



図 1 仮想的な情報の表示

衛生面の確保については、図 1 (左) に示すようにタイマーなど、本来なら手を触れないと操作できないものを仮想のオブジェクトとして表示することで、実世界の物体には触れずに情報を扱うことができるようになる。ちょっとした情報を参照したいときに手を洗う必要がなく、かつ、スマホなどを触った手で食材を触ることもないため衛生的である。この方法は、調理場の狭さが要因で、調理工程を参照したいときに即座に参照できない場合にも対応できる。図 1 (右) に示すように空間上に工程を表示することで、必要な時に必要な情報を参照できる。

イメージのしにくい感覚的な工程が存在するという煩わしさについては、MR デバイスは仮想のオブジェクトを操作できることを利用する。例えば、現実の肉だねと比較できるように、仮想の肉だねの 3D オブジェクトを表示することで、文字や写真などではわかりにくいような、大きさや形などをどの方向からでも確認することができる。

上記の方法をもとに、次章では提案システムの実現方法について述べていく。

4. 調理支援システムの実装

提案システムは、MR デバイスに Microsoft 社の HoloLens2 を使い、Microsoft 社がサポートする Mixed Reality Toolkit (MRTK) を用いて構築する。MRTK は、Microsoft がオープンソースで開発している、クロスプラットフォームの MR アプリの開発時間を短縮するために使用される Unity 用のライブラリである。

HoloLens2 は、PC やスマートフォンなどの外部機器との接続が不要であるため、コードレスで自由に動き回ることが出来、ハンドトラッキングによる直感的な操作を行うことができる。

4.1 提案システムの全体像

煩わしさのないスムーズな調理の支援を行うために、前節で述べた方法を取り入れて、普段調理を行う上で必要だと考える「工程表示」、「表示している工程に合わせた参考動画」、「表示している工程に合わせたタイマー」、「表示している工程に合わせた 3D オブジェクト」、「それらを管理するためのハンドメニュー」の 5 つの機能を実現する。以下、実験で使用したハンバーグと餃子用の調理工程を例に説明する。

図 2 に提案システムの表示イメージ図を示す。調理の進行に応じて、工程の左右についてある矢印のボタンを押すことによって工程のステップを進めていく (図 2 の左上の部分)。調理を進めるうちにわからない点や、煩わしいと



図 2 提案システムのイメージ図

思う点が出てきたときは、ハンドメニューから Short 動画 (図 2 の左下) やタイマー (図 2 の右上)、3D オブジェクトなどを呼び出して、それらの情報を参考にしながら調理を進めていくことができるようになる。

4.2 各機能の表示

4.2.1 工程の表示機能

ユーザがシステムを開始した時には、工程の第 1 ステップの説明だけが表示される。図 3 は、餃子用レシピの第 4 ステップの工程である。工程の切り替えは、図 3 に示すように、左右の矢印ボタン (図 3 の矢印) を押すことで、前後の工程を切り替えて表示する。工程が一枚のプレートに収まりきれないほど複雑である場合には、別途詳しい工程表示を行う (図 4)。

4.2.2 動画による調理工程の確認機能

動画は各工程に分割して作成し、文字の工程だけでは、理解できなかった場合や、普段あまり調理をしない人が実際にどのような動作で行うのか参考にしたい時に見てもらおう。図 5 は実際の調理工程における動画の表示である。

4.2.3 タイマーによる時間の計測機能

タイマー (図 6) は時間を計る必要のある工程において、出現させることができる機能である。表示されるタイマーの制限時間はその工程において必要な時間が自動的にセットされるようになっている。



図 3 調理工程の表示



図 4 詳しい調理工程



図 5 動画の表示



図 6 タイマーの表示



図 7 ハンバーグと餃子の 3D オブジェクト



図 8 ガスコンロの火力の 3D オブジェクト



図 9 ハンドメニュー

4.2.4 感覚的な工程のための 3D オブジェクト機能

3D オブジェクトは、主にイメージのしにくい感覚的な部分が存在する工程で使用することを想定して、レシピのなかからそのような部分を抽出し、利用者の理解を助ける 3D オブジェクトを作成した。3D オブジェクトの作成には、Blender[7]を用いて、Unity にインポートする。今回の提案システムで用意した 3D オブジェクトは 3 つである。

ハンバーグのレシピでは、成型する際の適切な肉だねの大きさを示すために図 7 に示した 3D オブジェクトを用意し、餃子のレシピでは、餃子の皮に餡を包む際の、皮に対する適切な餡の量を示すために 3D オブジェクト (図 7) を用意した。それに加えて、両方のレシピにおいて、ガスコンロを使用する際の適切な火の大きさを示すために火加減のガイドを行う 3D オブジェクト (図 8) も用意した。

4.2.5 ハンドメニュー

これまでに示した、動画、タイマー、3D オブジェクトの機能はハンドメニュー (図 9) によって表示・非表示を切り替えることによって使用することができる。このメニューは手のひらに視線を向けると表示されるように設定してある。

5. 評価実験

5.1 実験概要

本実験の目的は、調理における煩わしさの確認と、提案システムを用いた場合の煩わしさの解消に対する有効性の検証である。今回構築したシステムでは「餃子」と「ハンバーグ」という 2 種類のレシピを用意した。工程の数は、ハンバーグが 10 ステップ、餃子が 8 ステップであった。餃子の実験では、大分大学の学生 10 名を被験者とした。餃子の調理に関しては、3 名の被験者が担当し、そのうち 2 名は提案システムを使用して調理を行い、残りの 1 名はシステムを使用せずに調理を行った。ハンバーグの調理に関しては、7 名の被験者が担当し、そのうち 5 名はシステムを使用して調理を行い、残りの 2 名はシステムを使用せずに調理を行った。

システム使用者に対しては、最初に HoloLens2 と提案システムの使い方についてのチュートリアルを 5 分程度行い、MR デバイスの基本的な操作について慣れてもらった。その後、提案システムを使用しながら調理を行い、最後に後述するアンケートに回答してもらった。システム未使用者は Apple iPad 上でレシピを参照しながら調理を行ってもらい、最後に後述するアンケートに回答してもらった。

基本的に、実験は研究室の給湯室で行い、普段被験者が調理している環境での使用感も確認するために 2 名は被験者の家で行った。

5.2 実験の評価方法

システム未使用者に対しては、以下の 3 つの煩わしさについてどの程度感じたかを、

“全く感じなかった” (1) から “とても感じた” (5) までの 5 段階で評価してもらった。

T1: 毎回手を洗わないといけない煩わしさ

T2: 環境によって情報を参照できない煩わしさ

T3: イメージしづらい工程が存在する煩わしさ

システム使用者には、3 つの煩わしさがどの程度解消されたと感じたかを “全く感じなかった” (1) から “とても感じた” (5) までの 5 段階で評価してもらった。その後システムのユーザビリティを SUS(System Usability Scale)[8]によって評価してもらった。最後に、システム使用者とシステム未使用者ともに、今回行った調理のワークロードを日本語版 NASA-TLX[9]を用いて調べた。

5.3 結果と考察

システム非使用者の煩わしさ T2 と T3 に関する評価値平均は T2 が 4.6, T3 が 5.0 で、多くが煩わしさを感じていた。また T1 に関しては、今回ひき肉を捏ねる工程があるレシピを扱ったため、ビニール手袋をつけないと触ることができないといった被験者は、手を洗う必要がなくなったものの、その他の被験者にとっては、煩わしさは高かった (評価値平均 3.67)。今回注目した 3 つの煩わしさは調理の際に通常感じるものである事が確認できた。

次に、システム使用者に対する実験結果とアンケート結果から考察を行う。図 10 に煩わしさの改善に関する評価値を、調理に不慣れな被験者と日頃から調理に慣れている被験者と区別して示す。T1 の煩わしさについては、7 名全員が肯定 (評価値 4 および 5) であり、その解消に提案システムは有効であったといえる。

T2 の煩わしさについて、1 人をのぞいて肯定であった。どちらでもないと答えた被験者の理由として、その被験者が、調理に慣れており、かつ実験を行った環境が自宅の環境であったことが挙げられる。1 部屋しかない研究室の給湯室と異なり、被験者の自宅の環境は食材を切ったりする場所と食材を焼く場所が離れていたため、移動の際に調理の工程をそれぞれの場所までもっていくという手間が発生していたからであると推測する。物理的なレシピを置く場所が調理場になくても、MR デバイス上に仮想的なレシピを表示することでスペースの問題は解決されていたが、調理中の空間に表示したレシピの移動に苦労していたため、

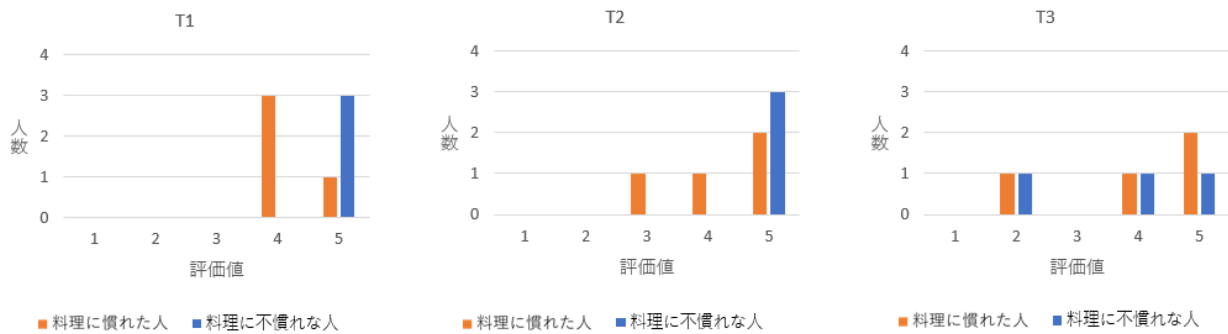


図 10 システム使用者のアンケート結果

任意でレシピをユーザに追従させる機能も必要であると考えられる。

T3 の煩わしさが解消されたかについては、肯定、否定（評価値 1 および 2）がともにあった。肯定意見の一例としては「実寸大で肉だねの大きさを比較することができたのが便利だった」というものがあり、否定意見の一例としては「ガスコンロの 3D オブジェクトと、実際のガスコンロとの違いが大きく感じた」というものがあった。肯定数が多いが、調理に慣れた人の否定意見もあり、3D オブジェクトの完成度が十分でなかったといえる。

日本語版 NASA-TLX の評価結果を図 11 に示す。システム使用者のスコアがシステム未使用者のスコアを上回っている項目は、身体的欲求と努力であり、他の項目はシステム未使用者のスコアを下回っているため、作業負荷は、システム使用者の方が低かったことがわかる。しかしながら、MR デバイスを装着したまま調理することによって生じる身体への負荷と、普段扱わないデバイスを用いる努力からこの 2 つの項目のスコアが高くなったと考察できる。

SUS の平均スコアは 67.1 で SUS の平均である 68 より少し低い結果となった。7 人の被験者の内 4 人が、MR デバイスを初めて使ったという習熟度の低さが一因であるほか、意図しないときに HoloLens2 自体のハンドメニューが出現してしまう、エアータッチの反応があまりよくないことなどが理由に挙げられるが、システムの操作性の問題（調理の工程を自分で移動させる必要性）には改善の余地がある。

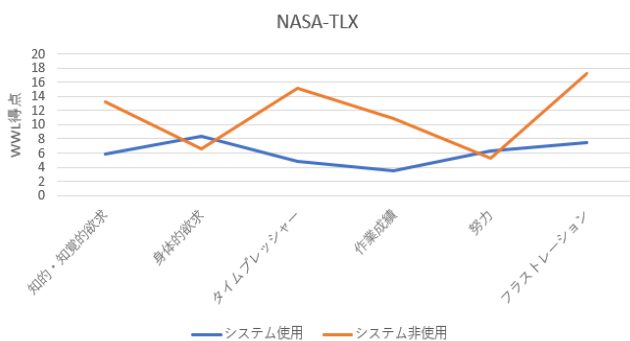


図 11 日本語版 NASA-TLX の測定結果

6. おわりに

本研究では、MR デバイスを活用して、調理をスムーズに進めることができるシステムの提案を行い、評価実験を行った。実験結果から、MR デバイスによって調理中に感じる 3 つの煩わしさを解消することができる可能性を確認できた。

今後の展望として、ユーザが MR デバイスを使用する上で感じる使いづらさを少なくすることと、調理における感覚的な工程が存在する煩わしさを解消するより良い対処法の考案を行う。さらに対応するレシピを容易にふやすことができる仕組みの検討も必要である。

参考文献

- [1] HoloLens 2 を活用したトヨタ自動車開発アプリがモビリティの現場の未来を変える FORUM8 RALLY JAPAN 2022 出展レポート, <https://www.microsoft.com/jajp/industry/blog/manufacturing/2023/01/18/forum8-rally-japan-2022-report/>, February 2024.
- [2] 月をさらに越えて:HoloLens 2 が NASA の宇宙船 Orion の開発を支援, <https://news.microsoft.com/ja-jp/features/201015-hololens-2-nasa-orion-artemis/>, February 2024.
- [3] Microsoft HoloLens, <https://www.microsoft.com/ja-jp/hololens>, February 2024.
- [4] MR (Mixed Reality) が産業にもたらす可能性と未来—MR の利活用に向けて, <https://www.pwc.com/jp/ja/knowledge/column/disruptive-technology-insights/disruptive-technology-insight10.html>, February 2024.
- [5] 田中基貴, 清水椋右, 近藤圭, 前田天童, 奥野健太, 長谷川達人, "HoloLens2 と物体検出を用いた焼肉インタラクション", マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2022)シンポジウム, pp.989-995, July, 2022.
- [6] Miku Kato, Mitsunori Makino, "A MR-Based Self-Learning System of Basic Cutting for Vegetables", 2023 International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers, and Communications (ITCCSCC), June 2023, DOI: 10.1109/ITCCSCC58803.2023.10212891
- [7] Blender, <https://www.blender.jp/>, February 2024.
- [8] Brooke, J. SUS: A Quick and Dirty Usability Scale. Usability Evaluation in Industry. Taylor & Francis, pp 189~194, 1996.
- [9] 芳賀 繁, メンタルワークロードの理論と測定, (社) 日本出版サービス, 東京, 2001.