

Shadow Cooking: 円滑な調理のための状況に応じた調理ナビゲーション

佐藤彩夏^{†1} 暦本純一^{†1, 2}

調理は多くの家庭で行われている活動であるが、レシピを見ながら新たな料理に挑戦するのは簡単なことではない。なぜならば、レシピを見ながら調理をしていると、現在自分がレシピのどこまで終えたのか分からなくなったり、見間違いにより材料の分量を間違えてしまったり、手順を飛ばしてしまったりするからである。さらに、レシピに記述してある用語が分からなかったり、使用するべき道具が分からなかったりなど、レシピには欠けている情報も多い。Shadow Cooking は、ユーザの調理の進捗状況に応じて、キッチンカウンター上に手順ごとにガイドを表示するシステムである。本システムは、主にキッチンカウンター上に設置したデプスカメラとプロジェクターで構成され、ユーザはキッチンカウンター上にある材料や道具に直接投影された指示に従って調理を進めていく。さらに、本システムはデジタルキッチンスケールと連携し、材料の入れるべき分量と現在入れた分量をリアルタイムに表示させることで計量ミスも防止する。

Shadow Cooking: Situated Guidance for a Fluid Cooking Experience

AYAKA SATO^{†1} JUN REKIMOTO^{†1, 2}

Although cooking is one of the most popular activities in the home, making a new dish by reading a recipe is not a trivial task. People may lose their current position in the recipe, misunderstand the required amount of ingredients, and be confused by what they should do next. Shadow Cooking guides users with situated, step-by-step information projected on a kitchen counter. It consists of a depth camera and a projector installed above the kitchen counter. The system lets the user arrange necessary ingredients and utensils in accordance with projected information, which are provided one by one. Then it instructs the user what to do next with information projected directly onto the utensils and ingredients. The system also integrates a digital kitchen scale with the recipe so that the user is automatically prompted with required weight based on the ingredient currently being measured.

1. はじめに

調理は多くの家庭で頻繁に行われている活動である。調理とは食材や調味料などを手作業で組み合わせる行為であり、活動そのものに充足感がある。そのため、食べるだけでなく、自分で手を動かして食事を作る行為自体が重要である。しかし、調理をするためにはいくつもの手順を行わなくてはならなかったり、料理用語や計量単位などある程度の知識を必要とすることがあり、特に調理初心者には料理が難しいと感じさせる要因がいくつもある。調理経験者であっても、初めて調理する料理のレシピではミスをすることもある。

レシピに沿って料理することは単純なことではない。調理者はどこまでの手順を終えていて次に何をすべきかを常に気に留めておく必要がある。しかし、レシピは複数の手順を一括して記述していることが多く、レシピと手元を見比べて次の手順を探しているうちに、気付かず手順を飛ばしてしまったり、材料の分量を間違えてしまうことがある。特に火を使うなど手際が重要となる調理過程では、レシピを読み解いているうちに焦がしてしまったり、固まってしまうなどの失敗をしてしまう恐れがある。



図 1 Shadow Cooking を利用している様子。調理の指示が直接キッチンカウンターに投影される。ユーザの動きに応じて次の手順に進んでいく。

Figure 1 An operation scene of Shadow Cooking system. Cooking instruction is directly projected onto the kitchen counter. Step moves on according to the user's progress.

さらに、レシピには計量の問題もある。例えば、手元にある材料の分量がレシピと異なる場合、その分量に合わせてレシピの分量を再計算する必要があるが、この作業は煩わしく、ミスをする可能性もある。

実際に記述式のレシピを見ながら調理した際に、どうい

^{†1} 東京大学

The University of Tokyo

^{†2} ソニーコンピュータサイエンス研究所

Sony Computer Science Laboratory

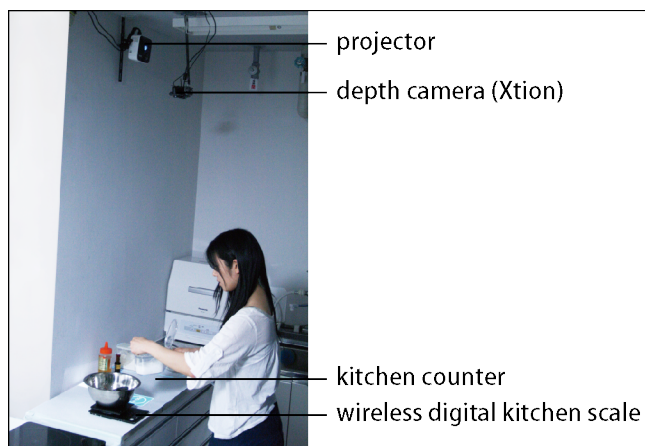


図 2 システム全体像

Figure 1 System configuration of the system.

った問題が起きるかを観察する実験を実施した。実験には調理初心者と調理経験者が参加し、いずれの参加者も初めて見るマフィンのレシピを見て調理をした。その結果、初心者はグラム、カップ、さじ、ccなどの計量単位に慣れておらず、間違った計量道具を使用して計量ミスをする場面が見られた。また、レシピ上で「混ぜる」としか記述していないところではどの道具を使うべきか迷った挙句、泡立て器を使うべきところでゴムベラを使う、といった様子が観察され、初心者にはこういった道具を使うかの情報も必要であることが分かった。また調理経験者でも、大さじと小さじを読み間違えてしまったり、複数の材料を入れる場面で一部の材料を入れ忘れ、最後まで気付かないといったミスが観察された。また、レシピと手元を何度も見比べている様子も観察された。これらの結果からも、一般的に家庭で使用されているレシピは情報が不足していたり、レシピと手元を行き来することでミスを起こしやすいことが分かった。

本研究では、ユーザの調理の進捗具合に合わせて今行すべき手順のみを調理環境に直接表示させるシステムを提案する。本システムにより、ユーザが今なにをすべきか瞬時に分かり、さらにミスを防ぐことでスムーズな調理の実現を目指す。

2. 関連研究

先行研究でも、キッチンを拡張するシステムが研究されている。

その手法としてレシピとキッチン環境を統合したシステムがある[1, 2, 3, 4, 5]。CounterActive[1]は、レシピをキッチンカウンターに投影し、ユーザがカウンターをタッチすることで操作を行うシステムである。Panavi は、センサーが埋め込まれたフライパンで温度管理などを行い、ユーザにリアルタイムで指示をするシステムである。これらのシステムは、ユーザがレシピを読まなくてはならないことに変わりはなく、自分がレシピのどこを行なっているのかを常

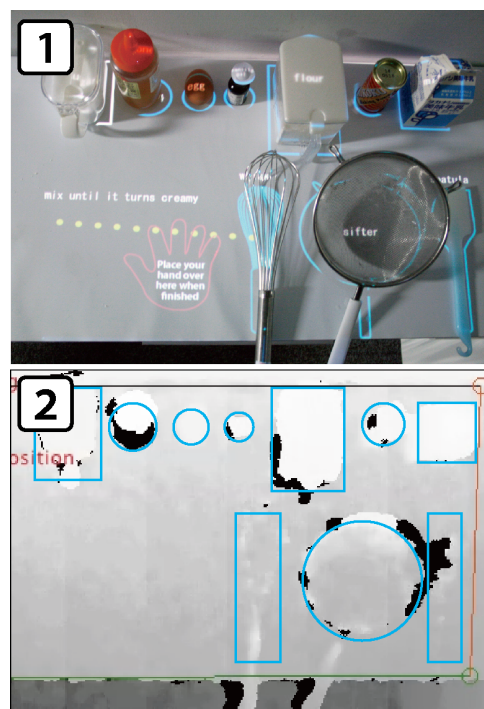


図 3 (1) キッチンカウンターに指示が投影されている様子 (2) デプスカメラで(1)を見た様子。青い線は物体が認識されていることを示す。

Figure 3 (1) A real scene of a kitchen counter, (2) a corresponding depth image for recognition.

に意識している必要がある。Kitchen of the Future は、複数のモニター、カメラ、フットスイッチを埋め込んだキッチンで、キッチンのどこにいても目の前のモニターでレシピを見たり手を使わずに操作ができるがユーザの動きとは連動していない。Cooking Navi [7] や Video CooKing [8] は、映像や写真などを組み合わせてテキストベースのレシピをリッチにするシステムで、これらはユーザがレシピ上でわからない手順や用語があるときに便利である。キッチンに特化したユーザの動きや物体認識を行なっているシステムもいくつかある[10, 11, 12]。[11]は、デプスカメラを用いてキッチンでの細かい動き、例えば混ぜた、何杯掬った、などが認識可能である。本研究では、調理活動を認識するだけでなく、ユーザの進捗状況に応じた調理全体の支援システムを提案する。

3. Shadow Cooking

上述したように、記述式のレシピの問題点は実際の調理空間とレシピが離れていることにある。キッチンとレシピを統合する既存研究はこの調理空間とレシピの乖離問題を解決しておらず、ユーザは次の手順を読み解くときにミスをしてしまう。本研究はキッチンとレシピの統合だけでなく、状況に応じてユーザの手順を導く。本システムは、スムーズな調理体験のために、調理時のミスと混乱を軽減することを目指している。

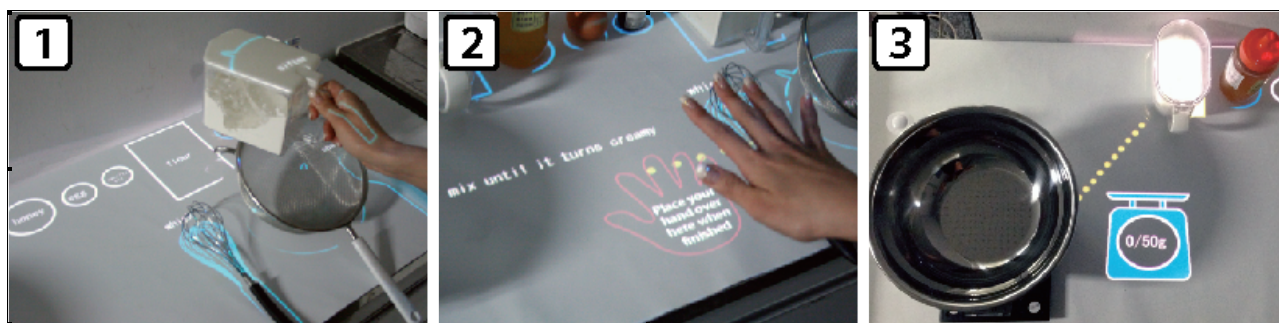


図 4 システム利用の流れ。(1) レシピ選択後、ガイドラインに沿ってキッチンカウンターに材料や道具を配置していく。(2) 物体の動きや重量、あるいは写真のように手をかざすことで手順が先に進む。(3) ユーザは投影されるアニメーション、イラスト、文字や数字などの指示に従う。写真ではボウルに小麦粉を 50g 入れる様子を示している。

Figure 4 Operation steps. (1) The user sets all the ingredients and utensils onto the shadows. (2) The steps moves forward by detection of object movements and scale amount or by placing hands over an image as shown (3) The user follow the instructions visualized with lines and some words. In this figure, the system is requiring the user to put 50 grams of sugar into a bowl.

本稿で提案する Shadow Cooking は、その場の状況に応じて、作業空間に直接調理手順を投影する。システムはユーザがレシピのどの段階にいるのかを認識し、ステップバイステップで次の作業をガイドする。キッチンとレシピが実際の材料の上に情報が表示されることで空間的に、調理の段階ごとに指示されることで時間的に、統合される。このようにキッチンとレシピを時空間的に統合することで、レシピを読むことで作業が中断されない調理空間を構築できると考えられる。本システムは、ユーザの注意力を最大限、調理自体に向けることを目標としている。

4. システム設計

Shadow Cooking は PC、デプスカメラ、プロジェクター、デジタルキッチンスケールで構成される(図 2)。デプスカメラとプロジェクターはキッチンカウンターの上に設置することで、カメラでキッチンカウンター上の物の動きを認識し、その動きに応じてプロジェクターから材料や道具などに直接指示を投影する。キッチンスケールには、Bluetooth が埋め込まれていて、リアルタイムでシステムに現在の重量情報を通信する。ユーザはレシピ選択後に、キッチンカウンター表示されている指示に従って調理を進めると、進捗に応じて次の手順が次々に表示される。

4.1 進捗状況の認識手法

デプスカメラで特定の場所に物体が存在するかどうかを認識することで、ユーザの進捗状況を判断する。物体を見分けるために物体のデプスに閾値を設定し、明らかに違う物体を置いていないかを判定している。さらに、特定の場所に置いた材料のデプスを一度記録すると、その上に手が被さるなどによる誤認識を防いでいる。この手法は非常にシンプルであるが、認識精度は高い。

図 3-(2)は、デプスカメラが物体を認識している様子である。青い線は物体が特定の場所に存在していることを示し

ている。また、デジタルキッチンスケールは計量が必要な場面で利用され、図 4-(3)のように必要な分量と入れた分量がリアルタイムに表示されることで、入れる分量の間違えを防ぐ。物体認識と分量からユーザが指示通りの手順を行ったかどうかを判定し、間違っていたら警告される。また、これらから判定できない動作は、図 4-(2)のように手をかざすことで次の手順に進めることができる。

4.2 システム利用の流れ

以下に、システムの大まかな流れを示す。

(1) ステップ 1：準備

レシピ選択後、図 4-(1)のように表示されているガイドラインと文字に沿って材料や道具を並べる。すべて置き終わると自動的に次の手順に進む。

(2) ステップ 2：調節 (任意)

任意で、ユーザの手元にある材料に合わせてレシピの分量を自動的に計算することができる。すべての材料を並べ終えたあと、調節したい材料をスケールの上に乗せると、その分量に合わせて他の材料も再計算される。例えば、元のレシピでは「鶏肉 100g」が必要だが手元の鶏肉を乗せたら 200g あった場合、他の材料も全て 2 倍のレシピに書き換わる。

(3) ステップ 3：調理

ステップ 2 を終わったら、あるいはスキップする場合は、図 4-(2)のように手をかざすと次の手順に進む。ユーザは、表示されているイラストや文字などに沿って手順を進めていき、ユーザの行動に応じて手順が進んでいく。例えば、「ボウルに小麦粉を 50g 入れる」という手順の場合は、図 4-(3)のように小麦粉からボウルに向かって線がアニメーションし、計りのイラストの中に「0/50g」と表示され、材料を入れると数字と円グラフで入れた分量が可視化される。ここで間違った材料と手に取ったり、分量を入れすぎた場合には警告が表示される。材料を入れ終わると、次の手順に進

み、不要となった小麦粉への投影表示が消える。

5. 運用実験

システムの動作確認とユーザインタフェースを確かめるために運用実験を実施した。

5.1 実験手法

実験には研究内容を知らない2名（男女1名ずつ）が参加し、男性被験者は、お菓子作りの経験がなく、女性被験者は年に数回作る程度の調理経験者であった。実験ではイントロダクションで記述した観察実験と同じマフィンのレシピをシステムを利用してちょうりした。被験者にはシステムの利用方法は説明せず、一般的なキッチンスケールの利用方法（電源ボタンと、ものが乗っていてもゼロにできるボタン）の説明のみをした。システム利用中は全体が見える天井カメラと手元が映るカメラで映像を記録し、実験終了後にインタビューを実施した。

5.2 実験結果

結果、男性被験者は初めてお菓子を作ったにも関わらず、どちらの被験者も分量や手順を間違えずに調理することができた。インタビューでは、分からなかった手順はなく、道具も迷わず使用することができたという回答が得られた。しかし、「バニラエッセンスを2滴入れる」という手順で、2滴などの少量では重量だけでは判定ができず、バニラエッセンスを手にとった瞬間に手順が進んでしまい焦ったという回答を得た。また、「よく混ぜる」という手順のところで、どのくらい混ぜたらいいか分からなかったという声があった。さらに、牛乳のような液体を入れるとき、粉物に比べて注がれる速度が早いものは入れすぎてしまう傾向があり、「ゆっくり入れる」などの指示が欲しいという意見があった。

6. 議論と今後

Shadow Cooking は現状、物体の所在と材料の使用量でユーザの進捗状況を認識している。本システムの設計にあたって、AR マーカーや、RFID タグの利用も検討したが、調理に使用するもの全て、特に生モノにマーカーを付けるのは現実的ではないと判断した。また、画像認識だけで材料の認識をするのは、材料ひとつとっても色や形状が異なるものが多いため確実ではない。そのため、現状のようにユーザが指定した場所に材料を一度置いてから指示をするという手法を用いた。

また運用実験からも、細かい画像認識を用いなくても多くの手順を認識することができ、ユーザも手順に迷うことなく調理が進められた。しかし、インタビュー結果のように、重量の変わらない材料を使用する場合や、混ぜるなどの行為は認識することが難しい。そこで、デブスカメラを用いた先行研究[11]と組み合わせることで、混ぜた回数や振り入れた回数などの認識が可能になると考えられ、今後

組み込んでいく予定である。さらに、[7]や[8]のように、写真や映像を同時に投影することでよりユーザに分かりやすいレシピを示すことで、さらに複雑なレシピでの調理もできるようになるだろう。

実際の家庭での調理は、複数の料理をつくる場合が多いが、一つ一つレシピに沿って調理すると効率が悪かったり、お湯を沸かす時間など待ち時間も多いため。そこで、複数の料理を同時に調理できるように計算することで、実際の家庭で使用するときに役立つ機能も検討中である。

7. まとめ

本研究では、レシピを実際の調理と一体化した、Shadow Cooking というシステムを提案した。調理の進捗状況に応じてレシピを手順ごとに表示し、材料や道具に直接指示を出すことで、ユーザが調理活動自体に集中し、調理時のミスや迷いをなくすことで円滑に調理ができるようになることを目指した。実験の結果から、システムはユーザに役立ち、知識がなくても調理可能であることが確認できた。

参考文献

- 1) Ju, W. Hurwitz, R., Judd, T., Lee, B.. Counteractive: An Interactive Cookbook for the Kitchen Counter. In Proc. CHI EA 2001, (2011), 269-270.
- 2) Suzuki, Y., Morioka, S. and Ueda, H, Cooking Support with Information Projection onto Ingredient. In Proc. APCHI 2012, ACM Press (2012), 193-198.
- 3) Ikeda, S., Asghar, Z., Hyry, J., Pulli, P., Pitkanen, A., Kato, H.. Remote assistance using visual prompts for demented elderly in cooking. In Proc. ISABEL 2011. ACM Press (2011), 1-5.
- 4) Uriu, D., Namai, M., Tokuhisa, S., Kashiwagi, S., Inami, M. and Okude, N. Experience "panavi,": challenge to master professional culinary arts. In Proc. CHI 2012, ACM Press (2012), 1445-1446.
- 5) Mennicken, S., Karrer, T., Russell, P., and Borchers, J. First-person cooking: a dual-perspective interactive kitchen counter. In CHI EA 2010, (2010), 3403-3408.
- 6) Siio, I., Mima, N., Frank, I., Ono, T. and Weintraub, H. Making recipes in the kitchen of the future. In Proc. CHI EA 2001, ACM Press (2004), 1554-1554.
- 7) Hamaoka, R., Okabe, J., Ide, I., Satoh, S., Sakai, S., Tanaka, H.. Cooking navi: assistant for daily cooking in kitchen. In Proc. ACM Multimedia (2005), 371-374.
- 8) K. Doman, C. Y. Kuai, T. Takahashi, I. Ide, and H. Murase. Video CooKing: Towards the synthesis of multimedia cooking recipes. In Advances in Multimedia Modeling, LNCS 6524, (2011), 135-145.
- 9) Chi, P.-Y. P., Chen, J.-H., Chu, H.-H., and Lo, J.-L. Enabling calorie-aware cooking in a smart kitchen. In Proc. PERSUASIVE '08, (2008), 116-127.
- 10) Hooper C, J. Preston, A., Balaam, M., Seedhouse, P., Jackson, D., Pham, C., Ladha, C., Ladha, K., Plötz, T., Olivier., P. The French Kitchen: Task-Based Learning in an Instrumented Kitchen. In Proc. UbiComp 2012, ACM Press (2012), 193-202.
- 11) Lei, J., Ren, X. and Fox, D. Fine-grained kitchen activity recognition using RGB-D, In Proc. UbiComp 2012, AMC Press (2012), 208-211.
- 12) Ziola, R. Grampurohit, S., Nate L, Fogarty, J., and Harrison, B.. OASIS: Creating Smart Objects with Dynamic Digital Behavior. , In Interacting with Smart Objects, Workshop at ACM IUI 2011, (2011).