

# コンピュータ強化キッチンによるインタラクティブ調理支援

## Interactive Cooking Navigation System with Computer Augmented Kitchen

浜田 玲子 宮澤 寛 鈴木 幸敏 岡部 淳 佐藤 真一 坂井 修一 椎尾 一郎\*

**Summary.** We are developing a interactive cooking navigation system, which provides appropriate instructions to the user at the right timing, making full use of multimedia information. When we implement the system, user's conditions under kitchen environment have to be considered, but existing devices are not enough as the user interface for such circumstances. Therefore in this paper, we propose a novel kitchen interface: "Kitchen of the Future", which is augmented with 4 displays and 4 footswitches, and effectiveness of the kitchen was shown through a preliminary experiment.

### 1 はじめに

近年のコンピュータや周辺機器の価格の低下に伴い、家庭内におけるセンサやディスプレイを豊富に利用した生活支援も現実的になりつつある。このような流れを受け、今後は家庭におけるユビキタス環境に関する研究がますます盛んになるものと考えられる。

支援の対象となりえる様々な家庭内の活動の中でも、特に料理は食物や栄養について学び、健康を維持するうえで非常に大切な活動であるといえる。また、料理はその地域や家庭の文化を伝える重要な媒体である。しかし近年は外食産業の発展に伴い、自ら料理を行う習慣は失われつつあると言われている。これは個人個人の料理に関する情報や経験の不足に伴い、台所に立つことに対する敷居が高まっていることも原因の一つであると考えられる。

そこで我々は、調理中のユーザをコンピュータによって知的に支援することにより、たとえ初めてでも料理を自分の力で完成することができ、またすべての人が料理を楽しみ、料理に関する知識を自然に学べる調理支援システムの提案を目指している。

我々はこれまでに、マルチメディアを利用した調理支援アプリケーションを提案してきた [4]。本提案では、料理レシピをユーザの作業に合わせて1ステップずつ対応する映像と共に提示することで、マルチメディアに含まれる視覚、聴覚、文字情報を駆使してユーザの調理作業の支援を行う。

本アプリケーションはインタラクティブな支援システムであり、ユーザが調理中に利用することを想定している。しかし、台所環境下では様々な制約があるため、既存のインタフェースではソフトウェアの

使用感を損ねる多くの問題が生じることがわかった。

そこで我々は、今後の台所環境へのコンピュータの進出をふまえ、インタラクティブな調理支援システムにふさわしいインタフェースを備えたキッチンおよびより快適な情報提示手法の提案を行う。

### 2 調理支援アプリケーションの提案

#### 2.1 調理の際の問題点

料理を行う際には、いくつかの問題がある。一つは、一般に料理する際に参照されるテキスト情報では「作業」を表現するには限界があることである。特に人が新しい作業を習うときには実際にその作業を見ることが非常に重要であり、視覚情報が必須である。一方で、従来の料理映像は視覚情報は豊富だが、インタラクティブ性に乏しく、ユーザの実際の調理の進行に合わせて視聴することは困難である。

そして、料理はたいていの場合同時に数品以上作らなくてはならないという問題がある。一品ずつ順番に作っていくと、最後の料理を作り終えたころには最初の一品は冷めてしまう。そこで、料理を同時に作り終えるように複数料理の手順を組み替えなおして調理しなくてはならないが、これは特に初心者にとっては非常に難しい作業である。

以上の考察により、調理支援システムに求められるのは「映像も含めた視覚情報の豊富な指示を」「ユーザの進行に合わせてリアルタイムに1ステップずつ」「ユーザの代わりに環境に合わせて適切に最適化した調理手順で指示する」機能であることがわかる。本システムでは、以上の条件を満たす調理支援の実現をめざす。これは、たとえばお料理の先生がマンツーマンで、1ステップずつ実演しながら教えている状況に近いと考えられる。

#### 2.2 概要

本システムの概要を図1に示す。本調理支援システムにおいては、テキストレシピ、手順の構造、映像

の索引情報などを含む XML データおよび料理映像を入力とする。なお、我々はすでに料理テキストの自動構造解析手法 [2] および料理映像の自動索引づけ手法 [3] を提案してきた。しかし、本論文においては調理支援システムそのものを評価するため、手動で生成した正確なデータを入力とする。

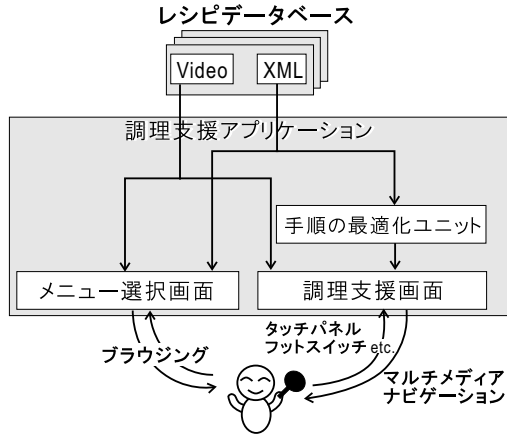


図 1. 調理支援ソフトウェアの概要

次にテキストの構造情報から、料理全体にかかる時間が最短になり、かつ全料理ができるタイミングが最も揃うように料理手順の自動最適化を行う。そして映像とテキストを最適化された手順に沿って順に提示し、ユーザをナビゲートする。ユーザは指示された作業を終了するごとにシステムに通知し、次の作業の指示を受ける。

本システムは常にリアルタイムに手順の再計算を行っており、各作業時間もユーザの進行に合わせて伸縮する。また、ユーザは提示された作業以外の作業を自由に選択でき、いずれの際にも新しい状態に合わせて残りの手順が再計算される。

このような手順の最適化を行うために、我々は料理手順をフローグラフ構造として扱う。例えば、「玉ねぎを炒める」は通常「玉ねぎを切る」の後であるなど、調理手順における各作業はそれぞれ順序の制約を持つ。図 2 に示すような手順のフローグラフは、このような作業間の順序の制約条件や合流関係を表現することができる。このような手順の構造に対し、我々は料理人の数、およびユーザの台所環境（ガスレンジ、テーブル、まな板、シンクの数）をリソースとして、その制約を満たすように最適化を行う。なお本論文では、最適化アルゴリズムとして並列処理およびコンパイラ分野で利用されるリストスケジューリングアルゴリズム [5] を採用する。

### 2.3 調理支援アプリケーションのインタフェース

本アプリケーションの起動直後は、メニューの選択画面（図 3）が表示される。本画面で選択されたレシピのテキストやフローグラフの各部分をクリッ

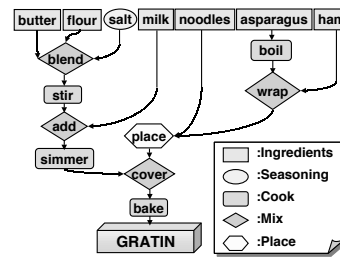


図 2. 料理手順のフローグラフ

クすると対応する部分の映像が再生され、ユーザの事前学習の助けとなる。



図 3. メニュー選択画面

ユーザがレシピをいくつか選択して「料理を始める」ボタンを押すと、調理開始画面が表示される（図 4）。ここではユーザアイコンが現在ユーザが行うべき指示を出し、その作業に対応する部分の映像が繰り返し再生される。また上部のフローグラフでは現在の作業状況を確認することができる。

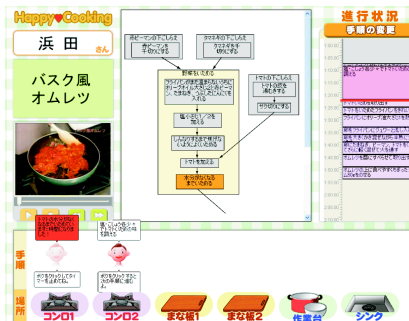


図 4. 単ディスプレイ上の調理支援画面

ユーザの作業終了の合図は、画面下部のユーザアイコンのクリックによって行われる。アイコンが表示されるフィールドはユーザの台所環境に合わせた配置になっており、アイコンは指示中の作業に対応するリソースの位置に表示される。

また本アプリケーションは、たとえば「牛肉を 10 分たれにつける」といった作業は他の作業と並列化

することで料理時間の最適化を図っている。この場合は、図4のように2つ目の指示を示すアイコンがその作業の残り時間とともに表示され、キッチンタイマの役割も果たす。

### 3 調理支援インタフェースの検討

本章においては、実際に調理支援を行う際にインタフェースの満たすべき条件について検討を行う。

前章で紹介した調理支援アプリケーションのインタフェースとして、これまでにノートパソコンやタッチパネル等の台所への設置を検討した。その際のユーザの行動として、まず調理支援中にはユーザは行動を一つ終えるごとにシステムに作業終了を通知しなければならない。また予備実験により、マルチメディアの支援を受けたユーザの多くはまず音声を聞いて概要をつかみ、次に映像を観察し、最後に文字情報から分量などの具体的な情報を得て調理作業に取り掛かることがわかった。調理中にはしばしば映像と自分の作業を見比べた。すなわち、ユーザは頻繁にシステムとアクセスし、特に映像からは出来る限り目を離さずに調理しようとする傾向が強いことがわかった。

ユーザのこのような行動に対して既存の入力インタフェースで生じた問題として、まず指によるタッチパネルは、調理中の汚れた手や濡れた手で画面に触ることに抵抗を示すユーザが多かった。そのため、予備実験では主にペンタッチパネルを使用した。その場合、ペンさえ防水加工しておけば調理中でも抵抗なく扱うことができたが、利手に持った箸などの調理器具をいちいちペンと持ち替えなくてはならないという問題が生じた。入力が頻繁であるため、特に火を扱っている時などには、材料を焦がしてはいけないというプレッシャーに加えて道具の持ち替えで慌ててしまうユーザも多かった。

またユーザが情報を得る際に生じた問題としては、いずれのデバイスでも台所の一カ所にディスプレイがあるため、離れた作業位置から映像や分量の文字を見ようとして台所を頻繁に移動したり、場合によっては加熱中のフライパンを持ったままディスプレイを見るために台所をうろろするといった事態が生じた。すなわち、ディスプレイの用途が漠然とテレビをみるといったものではなく参照すべき情報が表示されている場合は、ユーザにとって台所の一カ所に通常の大きさのディスプレイがあるだけでは詳細を確認するには画面が遠すぎるということがわかった。

以上の問題をまとめると、調理支援を行うためのインタフェースとしては、できる限り手や道具を使わない入力インタフェースを持ち、映像のディスプレイが常にユーザの作業場所のできるだけ近くにあり、ユーザがシステムとアクセスするための距離が最低限であることが必要である。

ユーザの作業場所を手順の最適化の際に定義した

台所リソース（まな板、テーブル、シンク、ガスレンジ台）の4個所と定義すると、各作業場所からユーザが移動しなくてもよい位置に、ハンズフリーに扱えるシステムの入出力がある環境が理想的であるといえる。近年、キッチンのインタフェースに関する研究は増加の傾向がみられ、いくつかの提案がなされているが、いずれもこのような条件を満たすインタフェースを備えたものはない[1]。

そこで次章において、我々は本章で検討した条件を満たすインタフェースを備えたキッチンの提案を行う。

### 4 Kitchen of the Future による調理支援

我々が開発している未来のキッチン環境、Kitchen of the Future を利用して、図5に示すようなインタフェースの提案と実装を行った。



図 5. Kitchen of the Future

本キッチンには、調理手順の最適化においてリソースとして定義した台所の各所（まな板、テーブル、シンク、ガスレンジ台）にそれぞれ1つずつディスプレイを設置した。従来の調理支援アプリケーションにおいてはアイコンが仮想的なキッチン内を移動して表示されていたが、本キッチンにおいては現在指示されている作業に対応するリソースの画面に対して表示を行う。たとえば、「玉ねぎのみじん切り」はまな板の画面、「フライパンにバターを熱する」はガスレンジ台の画面に指示と映像が表示される。

これにより、ユーザの移動に合わせて常に目の前の画面の情報によってナビゲーションする調理支援環境が実現した。作業に関する映像が目前で再生されることによって模倣が容易になり、学習効果を格段に高めるものと考えられる。本キッチンで表示される調理支援画面を図6に示す。

入力に関しては、同じように4個所の各リソースの足下に、踏むことで入力可能なテープ型フットスイッチ（図7）を設置した。通常はフットスイッチのワンプッシュで作業の終了を指示し、図6のように並列処理のために1つのリソースに複数のアイコンが表示されている場合は、フットスイッチの長押しにより選択を切り替える実装を行った。

これにより、ユーザは場所をいちいち移動すること無く現在の作業の終了をその場でシステムに知ら

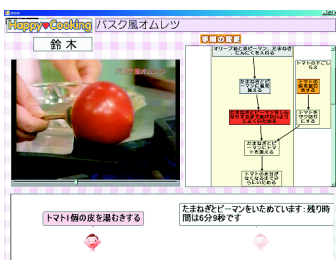


図 6. Kitchen of the Future における調理支援画面

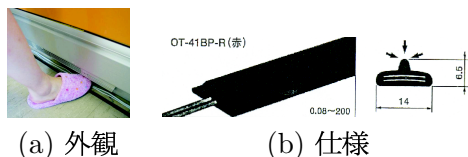


図 7. フットスイッチ

せることができる。フットスイッチにより手が自由になる上に、ユーザはソフトウェア入力のために姿勢を変える必要さほとんどなくなり、システムとのインタラクションに伴うストレスが最小限に押さえられるものと考えられる。

Kitchen of the Future によるインタフェースの最適化の様子を図 8 に示す。

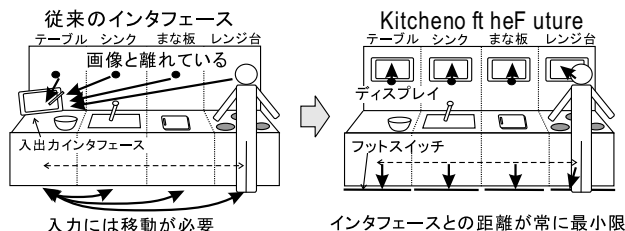


図 8. インタフェースの最適化

## 5 予備実験

予備実験として、Kitchen of the Future および既存のインタフェースによる調理支援を利用して 3 名の被験者に実際に調理してもらい、両者のインタフェースを比較の上で感想を収集した。被験者は各々 1 品ずつを調理した。以下に結果をまとめる。

まず入力インタフェースに関しては、全員が既存のインタフェースよりもフットスイッチが快適であると答えた。「箸とペンの持ちかえなどが不要なく、慌てなくてすむ」「スイッチが線状であるため、多少ずれたところにおいても少し足をのぼすだけで押すことができる」といった好意的な感想を得た。

次に出力インタフェースに関しても、全員が既存のインタフェースよりも Kitchen of the Future は快適であると答えた。こちらも「現在行うべき作業の材料の分量などが大きな字で常に目の前にあり、大

変りやすい」「今までのインタフェースでは背後など姿勢を変えないと見られない位置に画面があったが、自然な姿勢でいつでもみられる」といった好意的な感想を得た。

最後に、調理支援システム全般に関しては、全員が「楽しい」と答えた。コメントとしては、「ゲーム感覚で料理ができる」「事前にレシピを覚えたりする必要がなく、気楽な上に達成感がある」「一人で料理をしているのではなく、映像の中の先生と一緒に料理をしているようだ」といったものがあつた。

以上の結果により、Kitchen of the Future により効果的な調理支援のインタフェースが実現できたことが確認できた。

## 6 まとめと今後の課題

本論文においては、効果的な調理支援を行う未来のキッチン Kitchen of the Future のために、ディスプレイおよびフットスイッチによるインタフェースの提案と実装を行い、予備実験を通してその効果を確認した。

今後の課題として、より本格的なユーザテスト、ユーザ識別インタフェースの実装による複数ユーザに対する調理支援への対応、また映像の操作や調理手順の変更など、台所環境におけるより複雑なマルチメディアインタフェースの検討などが挙げられる。

## 謝辞

本件研究は、科学研究費補助金（基盤研究 B）および、クリナップ（株）からの研究奨励金の支援を受けた。また、（株）情報技研の辻秀典氏に多大なご協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。

## 参考文献

- [1] L. Bonanni, C. Lee, and T. Selker. "Counter Intelligence: Augmented Reality Kitchen". In *Proc. Computer Human Interaction (CHI) 2005*, pp. 2239–45, Apr. 2005.
- [2] R. Hamada, I. Ide, S. Sakai, and H. Tanaka. "Structural Analysis of Cooking Preparation Steps in Japanese". In *Proc. Fifth Intl. Workshop on Information Retrieval with Asian Languages*, pp. 157–164, Oct. 2000.
- [3] R. Hamada, K. Miura, I. Ide, S. Satoh, S. Sakai, and H. Tanaka. "Multimedia Integration for Cooking Video Indexing". In *Proc. Pacific-Rim Conference on Multimedia*, Vol. II, pp. 657–664, Dec. 2004.
- [4] R. Hamada, J. Okabe, I. Ide, S. Satoh, and H. Tanaka. "Cooking Navi: Daily Cooking Navigation in Kitchen". In *Proc. ACM Multimedia 2005*, Nov. 2005.
- [5] Y. Srikant and P. Shankar. "The Compiler Design Handbook: Optimizations & Machine Code Generation". CRC Press, 2002.