

## 多機能フットスイッチを利用した調理支援システム

杉野 碧<sup>\*1</sup> 浜田 玲子<sup>\*2</sup> 椎尾 一郎<sup>\*3</sup>

Cooking support system using multifunctional foot switches

Midori Sugino <sup>\*1</sup>Reiko Hamada <sup>\*2</sup> and Itiro Sii<sup>\*3</sup>

**Abstract** – We have been developing computer augmented kitchen, the Kitchen of the Future, which has four foot switches to control the computer. This paper describes new multifunctional foot switches for this system. The foot switch has RFID reader antenna to identify a foot of users who are wearing RFID tag embedded shoes. We have installed the foot switches to our cooking instruction software named Happy Cooking and evaluated the usability.

**Keywords** : Kitchin of the Future,Happy Cooking,RFID, 多機能フットスイッチ

### 1. はじめに

近年の計算機や周辺機器の価格の低下に伴い、生活のあらゆる場でコンピュータを利用するユビキタスコンピューティングが注目されている。たとえば、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が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コンピューティングに関する研究がますます盛んになるものと考えられる。家庭における生活支援のために、すでに、様々なコンピュータアプリケーションが提案されている。その中でも、キッチン、家の他の部分と比較してコンピュータによる生活支援が容易な場所と言える。キッチンは生産の場であるので、工場やオフィスでの在庫管理、工程管理、共同作業支援などと類似のアプリケーションが受け入れられる可能性がある。一方、有史前から人類にとって、キッチンは調理や食事の場だけではなく、親から子へと料理の技術や知識を伝える学びの場であり、また、子が親を手伝うことによる家庭内のコミュニケーションの場でもある。現代、生活形態が変わり、調理済み食材が普及したことにより、労働としての調理の負担が軽減しつつある一方で、キッチンにおける学びとコミュニケーションの機会は減少している。

本研究室では、キッチンにコンピュータテクノロジーを導入する事により、単に調理の効率を向上させるだ

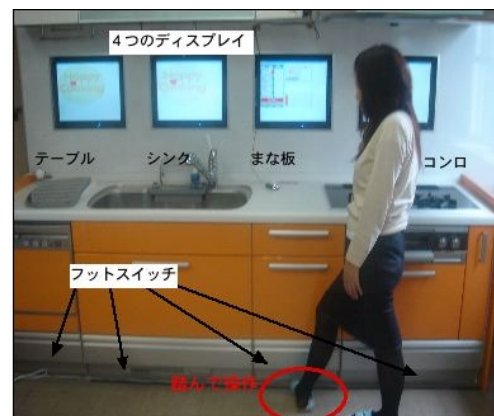


図1 Kitchen of the Future

けではなく、キッチンを学びとコミュニケーションの場として復活させることができると考え、コンピュータ強化されたキッチン環境 Kitchen of the Future<sup>[6], [5]</sup> (図1). の開発を行っている。このキッチンでは、様々なアプリケーションが実装されている。その1つとしてテレビの料理番組の料理手順を構造化し、ユーザーの作業にあわせて1ステップずつ対応する映像と共に提示してくれる調理支援アプリケーション Happy cooking<sup>[8]</sup>がある。このアプリケーションの操作は、図1のように4カ所の作業場の各足下にあるフットスイッチにより行なっている。これらの研究の課題として、単純な ON/OFF フットスイッチでは調理中に起こりうる様々な状況やアプリケーションに対応しきれないこと、Happy cooking<sup>[8]</sup>での複数人数利用に対応出来ない事などが挙げられる。このため、フットスイッチの多機能化が求められている。本研究では、未来型キッチンのための、RFIDを組み込んだマルチファンクショナルなフットスイッチを提案し実装した。そのアプリケーションの一つとして Happy Cooking

\*1: お茶の水女子大学大学院 人間文化研究科

\*2: 東京大学大学院生産技術研究所 戦略情報融合研究センター

\*3: お茶の水女子大学 情報科学科

\*1: Ochanomizu University, Graduate School of Humanities and Sciences

\*2: Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

\*3: Department of Information Sciences, Ochanomizu University

と組み合わせ、フットスイッチで複数の操作が出来る調理支援システムを実現したのでここに報告する。

## 2. Kitchen of the Future

本研究室で開発している Kitchen of the Future [6] [5] は、市販されているシステムキッチンカウンター<sup>1</sup> にコンピュータ機能を組み込んだ、コンピュータ強化キッチンカウンターである。本キッチンカウンターには、流し、コンロ、2カ所の調理スペースの合計4カ所の作業エリアがある。そこで、それぞれのエリアでの作業や遠隔コミュニケーションを支援する目的で、エリアごとにフットスイッチ、19インチの液晶ディスプレイ(LCD)を、合計4組、組み込んだ。ユーザがコンピュータに入力を行えるように、4カ所の作業エリアそれぞれに床に貼付けるタイプのテープ式フットスイッチを設置した。このフットスイッチにより、調理手順のマルチメディアコンテンツの制御などを行う。このような操作は、両手がふさがっていたり、濡れていたりする調理中に行われるので、ハンズフリーな入力方法が望ましい。調理の妨げにならない入力方式として、音声認識、視線入力、ジェスチャー入力が考えられ、実際に採用されている例もある [2] が、筆者らは確実に操作できるフットスイッチが適していると考えた。以上の装置は、パーソナルコンピュータ(PC)に接続される。

## 3. マルチメディア調理支援システム

以上に示した未来型キッチンでは、様々なアプリケーションが実装されている。その1つとして、マルチメディア調理支援システム(Happy Cooking)がある。

Happy Cooking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なっている。

### 3.1 Happy Cooking

Happy Cookingは、調理支援システムに求められる「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」という機能を満たす調理支援の実現をめざしている。

Happy Cooking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。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

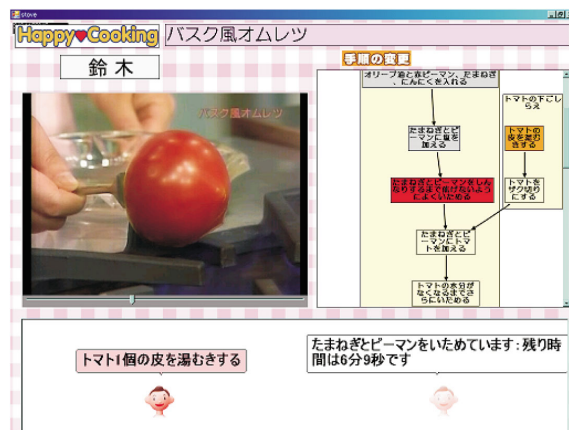


図2 Happy Cookingの調理支援画面  
Fig.2 Screenshot of Happy Cooking

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ことにシステムに通知し、次の作業の指示を受ける。

Happy Cookingを起動し、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2)。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。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。Happy Cookingは、たとえば「牛肉を10分たれにつける」といった作業を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2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。

### 3.2 Kitchen of the Futureによる調理支援

筆者らは以前の研究においてHappy CookingをKitchen of the Futureに実装した [8]。キッチンの4箇所の作業領域のそれぞれに設置したLCDに、現在指示している手順を表示することで、ディスプレイを見るためにユーザが動く距離を最小限にすることが可能である。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を表示することで、作業の場で作業指示を得ることができる。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。Kitchen of the Futureのディスプレイの一つに表示される調理支援画面は図2となる。

一方、4箇所の作業エリアの足元にあるフットスイッ

1: クリナップ社: クリンレディ。  
<http://www.cleanup.co.jp/kitchen/cleanlady/index.shtml>

チを利用することで、調理道具で手がふさがっていたり、濡れたり汚れていても、快適にシステムの操作が行える。通常はフットスイッチのワンブッシュで作業の終了を指示し、図2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えほとんどなくなり、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。

しかし、単一なフットスイッチによる ON/OFF のみの入力では、調理中の様々な状況に対応出来ない問題点がある。例えば、フットスイッチを誤って押してしまった時のキャンセル・戻る・ストップなどの機能を実現するためには、単一のフットスイッチ操作では実現出来ない。そこで、長押しなどを利用しているが、機能として十分ではない。また、フットスイッチの長押し機能は、足で長押しという入力方法にユーザが慣れず、短押しとの区別もつきにくいいため、入力ミスが目立つという問題もあがった。

また、オリジナルの HappyCooking は複数人数での調理に対応している。すなわち、A、B 2 名で調理している場合、A の作業終了時には、A が自身のユーザーアイコンをクリックすれば、次の手順へと進み、B の作業終了時には、同じく B がユーザーアイコンをクリックし、次の手順に進むという機能がある。しかし Kitchen of the Future でフットスイッチを利用した実装では、作業者を特定する機能がないため、複数人数の調理支援に対応できていない。

そこで、本研究では、フットスイッチに RFID を組み込み、誰がどの足でどのスイッチを押したかが分かるような多機能フットスイッチを提案し実装した。そのアプリケーションの一つとして Happy Cooking と組み合わせ 1 つのフットスイッチで複数の操作が出来る調理支援システムを実現する。

#### 4. 多機能フットスイッチ

フットスイッチを押した足がどの足なのか（誰の足で、右足なのか、左足なのか）を区別する事によって、それぞれの足に機能を割り当て、多機能化が可能になると考えた。

そこで本研究では足を区別する手法として、ユーザーのスリッパに RFID タグを組み込んだ。(図3)、これを各フットスイッチの周囲に設置した ID タグリーダーのアンテナによって読みとる。



図3 多機能フットスイッチを組み合わせた調理支援システムと、アンテナの拡大図(スリッパからはみ出しているのが RFID タグ)

Fig.3 Cooking support system with multi-functional foot switches using RFID reader.

#### 4.1 多機能フットスイッチの概要

RFID リーダには、Texas Instruments 社(以下 TI)製の Micro-reader, RI-STU-MRD1(134.2kHz 帯)を使用した。アンテナは4箇所各フットスイッチに組み込んだ。また、キッチンという環境下での、最適な感度範囲調節のため巻き方を工夫し、様々なパターンのアンテナを試作した。感度に影響なくアンテナを強化するために、コイル状に巻いたポリウレタン銅線 0.23mm をラミネート加工した(図3)。

4つのアンテナはアナログマルチプレクサを介して、RFID リーダに接続される。アナログマルチプレクサの制御は、PIC (PIC16F876-20/SP) を用いて行った。PIC は、RS232C ケーブルを介し、コンピュータに接続している。各ユーザーの両足のスリッパにはカード型の RFID タグ (RI-TRP-W4FF) を埋め込んだ。

これにより、フットスイッチを押した箇所のスリッパの ID を、アンテナが読み取り、リーダーで検出することで、4箇所のどのフットスイッチをどの足が押したか認識することが出来る。この結果により、アプリケーション操作の多機能化が可能になった。

#### 4.2 多機能型フットスイッチの応用

踏む足が識別出来るフットスイッチの有用性を確かめるため、Happy Cooking と組み合わせ実装した。フットスイッチが押された瞬間にスリッパに埋め込んだ RFID タグの ID を読みに行き、左右の足を区別して、右足でスイッチが押されたら次の料理手順を表示し、左足で押されたら次の作業選択をするという機能を実現した。従来はこの左足の操作をフットスイッチの長押しで実現していた。今回、作業選択操作が、長押しではなく、左足での短押しに改良されたことによ



り、操作が敏速かつ確実に出来るようになった。また、左右の足による長押し機能も利用出来るので、今後の多機能化にも対応できる。

## 5. 関連研究

ユビキタスコンピューティングへの移行にともない、人々が生活の大半を過ごす家庭でのコンピュータ利用が注目されつつある。中でもキッチンには、家庭の中におけるものづくりの場であり、コンピュータ技術が重要な役割を果たすことができる応用分野が多数存在している。

たとえば、Cooks Collage<sup>[7]</sup>では、調理作業の中断により手順を忘れることに備えて、キッチンカウンタ - 上の写真を撮影している。これに対し、本システムは調理レシピを媒体とした人々のコミュニケーションと学習の支援を目的としている。

また、Counter Intelligence<sup>[1]</sup>では、キッチンまわりの作業台や壁などの平面への映像投影や、水回りや引き出し取手など様々な場所への情報提示を行い、キッチンでの作業をサポートする提案を行っている。さらに、Intelligent Kitchen<sup>[4]</sup>では、キッチンで次に必要とされる作業を推測して、移動ロボットの指示により支援を行うシステムを開発している。本研究では、LCD やフットスイッチなどの安定したデバイスを利用することで、実際の調理をサポートする実用的なシステムを目指している。

一方、インタラクティブなレシピの研究においては、例えば、eyeCOOK<sup>[2]</sup>では、キッチンを使用することを前提に、視線や音声入力で操作するレシピを実現し、CounterActive<sup>[3]</sup>は、机上投影型のキッチンカウンターによりレシピの提示を実現している。本システムは、実際のキッチン環境で利用できる実用的なアプローチとして、視認性の良い壁面組み込み LCD や、認識に頼らず確実に入力できるフットスイッチなどを採用した。

多数のRFID アンテナをアナログスイッチで切り替える手法は一般的である。本研究では想起将棋<sup>[3]</sup>で開発されたシステムに手を加えて使用した。

## 6. まとめと今後の課題

本研究では、調理支援のための未来キッチン Kitchen of the Future を操作するための、誰がどの足で入力したかが分かるフットスイッチを提案し試作した。さらに調理支援アプリケーション HappyCooking と組み合わせ、実装した。

今後の課題として、より広い層を対象にユーザーテストを行い、本システムの有用性を示して行きたい。また、HappyCooking での複数人数調理にも対応して

行きたい。

## 謝辞

本件研究は、科学研究費補助金（基盤研究 C および基盤研究 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。インタラクティブ調理支援システムの開発において、東京大学の坂井 修一氏、（株）情報技研の鈴木 幸敏氏、岡部 淳氏、辻 秀典氏、国立情報学研究所の佐藤 真一氏の協力を得た。多機能型フットスイッチの開発において、独立行政法人産業総合研究所の塚田浩二氏の協力を得た。ここに記し謝意を表する。

## 参考文献

- [1] Leonardo Bonanni, Chia-Hsun Lee, and Ted Selker. CounterIntelligence: augmented reality kitchen. In *Extended Abstracts of Computer Human Interaction (CHI) 2005*, pp. 2239–2245. ACM Press, 2005.
- [2] Jeremy S. Bradbury, Jeffrey S. Shell, and Craig B. Knowles. Hands On Cooking: Towards an attentive kitchen. In *CHI '03 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 996–997. ACM Press, 2003.
- [3] Wendy Ju, Rebecca Hurwitz, Tilke Judd, and Bonny Lee. CounterActive: an interactive cookbook for the kitchen counter. In *CHI '01 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 269–270. ACM Press, 2001.
- [4] Yasushi Nakauchi, Tsukasa Fukuda, Katsunori Noguchi, and Takashi Matsubara. Intelligent Kitchen: cooking support by lcd and mobile robot with ic-labeled objects. In *Proc. of the 2005 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems(IROS2005)*, pp. 2464–2469, 2005.
- [5] Itiro Siio, Noyuri Mima, Ian Frank, Tetsuo Ono, and Hillel Weintraub. Making recipes in the kitchen of the future. In *Extended abstracts of the 2004 conference on Human factors and computing systems*, pp. 1554–1554. ACM Press, 2004.
- [6] 椎尾一郎, 宮澤寛, 美馬のゆり. Kitchen of the future: 調理を記録・公開・再生するキッチン. 第 12 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS 2004), No. 34, pp. 5–8, December 1–3 2004. 日本ソフトウェア科学会研究会資料シリーズ.
- [7] Quan T. Tran, Gina Calcaterra, and Elizabeth D. Mynatt. Cook's Collage: Deja Vu Display for a home kitchen. In *Proceedings of HOIT 2005*, pp. 15–32, April 13–15 2005.
- [8] 浜田礼子, 宮澤寛, 鈴木幸敏, 岡部淳, 佐藤真一, 坂井修一, 椎尾一郎. コンピューター強化キッチンによるインタラクティブ調理支援, December 5–7 2005.