

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：34406

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23700133

研究課題名(和文) レシピからの調理行動モデル生成と個人適応型調理支援の実現

研究課題名(英文) Cooking Action Model Generation from Recipe and Realization of Personalized Cooking Assistant

研究代表者

宮脇 健三郎 (MIYAWAKI, Kenzaburo)

大阪工業大学・情報科学部・講師

研究者番号：30585005

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円、(間接経費) 960,000円

研究成果の概要(和文)：人間の動作や、調理器具・食材の状態をセンサで観測して、状況に応じた適切な指示を提示する、調理支援システムの実現を目指し、調理の進行を認識するためのモデルを構築した。このモデルは、調理中に行われる動作と、動作で必要とされる物品名、食材の状態変化に関する記述に着目することで、レシピから生成することが可能である。構築したモデルを用いて、調理の進行に応じて適切な指示を生成する、調理支援システムを実装することができた。

研究成果の概要(英文)：We modeled cooking as a state transition model, which can be used to recognize the situation of cooking. The purpose of this modeling is realization of a cooking support system which uses multi sensors and shows the appropriate instructions suitable to the current situation. Our model is generated from recipes by focusing on the descriptions of action, objects' names and appearance changes of cooking ingredients. We implemented the cooking support system by using the model and sensors.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：メディア情報学・データベース

キーワード：調理動作認識 調理支援 モデル生成

1. 研究開始当初の背景

本研究では、調理の進行に応じて、適切な指示を与えてくれる、状況適応型の調理支援技術の実現を目指す。

家庭での調理は、日常生活において重要な位置を占めているが、外食・中食産業の発達した現代社会においては、その存在が軽んじられることも多い。このことは、結果として栄養の偏りを生じさせるなど、生活習慣病をもたらす要因にもなっている。調理行動の重要性は栄養面だけではない。例えば、子供の精神的な育成にとっても重要であることが示唆されており、子供の調理参加が注目されている。また、調理には脳機能を活性化させる効果があることから、認知能力の低下した障害者のリハビリテーションの題材にもなっている。

しかし、以上に述べた、子供のような初心者や、認知能力の低下した調理者らが調理する際は、親や、医療従事者等による監督が必要である。料理レシピを単に与えるだけでは、調理を完遂させることは困難で、調理中の誤りを指摘したり、状況に応じた適切な助言を与えたりするような支援がなければ、安心して調理に取り組むことが難しい。

一方、調理熟練者については、近年のライフスタイルの変化から調理作業にかかる時間は短縮されがちで、献立が作りなれた品目に偏る傾向にあるという問題点がある。そのため、調理熟練者に対しては、新しい料理に取り組む際に、状況に応じた調理手順のナビゲーション等に対するニーズがあると考えられる。さらに、熟練者の場合は慣れてくると、手順の省略などが考えられるため、個人適応的な支援が提供できれば、熟練者にとっても有用なサービスとなり得る。

2. 研究の目的

前述したような、計算機による状況適応型の調理支援を実現するために、人間の調理行動をセンサで観測して、今どのような調理工程を実施しているのかを認識する技術について、数多くの研究がなされているが、未だ実用に至っていない。認識に用いる調理行動のモデルが事例からの学習や、手動による構築が主体であり、一般に流通するレシピの利用が難しいことが一因として考えられる。

本研究ではこの点に着目し、人間のために記述されたレシピから調理行動認識用モデルへの変換手法を確立する。生成するモデルは、初心者による調理の誤りや、熟練者による手順の省略にも対応可能な個人適応型のモデルとし、幅広いユーザの調理を支援可能なシステムを実現する。

3. 研究の方法

まずは、料理レシピから変換する調理行動モデルを検討した。

これまでに、キッチンに存在する物品の移動を検出するだけでも、調理行動の認識がある程度可能なことを明らかにしているが、物品の位置情報だけでは、調理行動を全て認識するには不十分である。画像や、加速度センサなどを駆使し、人間の手の動きに関する情報や、食材の状態変化に関する情報を抽出することによる、さらに粒度の細かい認識が必要である。これらの特徴量は、従来研究でも検討されたが、切る、混ぜるといった個別の動作の検出をするにとどまっていた。

本研究では、複数センサから得られる特徴量を統合して取り扱い、調理の最初から最後までを記述可能なモデルの構築を目指した。

自然言語レシピからのモデル生成は、レシピにおける動作や、調理器具・食材の状態に関する記述に着目して行った。ただし、自然言語レシピは、常識的な部分が省略されており、調理で必要とされる動作を網羅的に記述したものではないため、レシピの背後にある真の動作系列を考慮したうえで、モデルを生成した。

実装および実験には、図 1 に示すような、研究に用いるための実験用キッチンを利用した。このキッチンは拡張可能で、容易にセンサや CPU を組み込めるもので、本研究遂行上の試行錯誤を効率的に行うことができた。

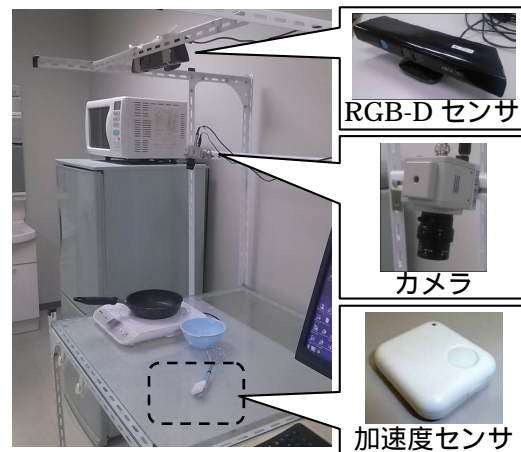


図 1 実験用キッチン

4. 研究成果

図 2 に実装した調理支援システムの概要を示す。複数のセンサによってキッチンにおける調理者の行動等を監視し、現在どのような作業が行われているのかを認識する。認識結果はエージェントに送信され、認識結果に基づいて適切な指示やアドバイスを提示する。

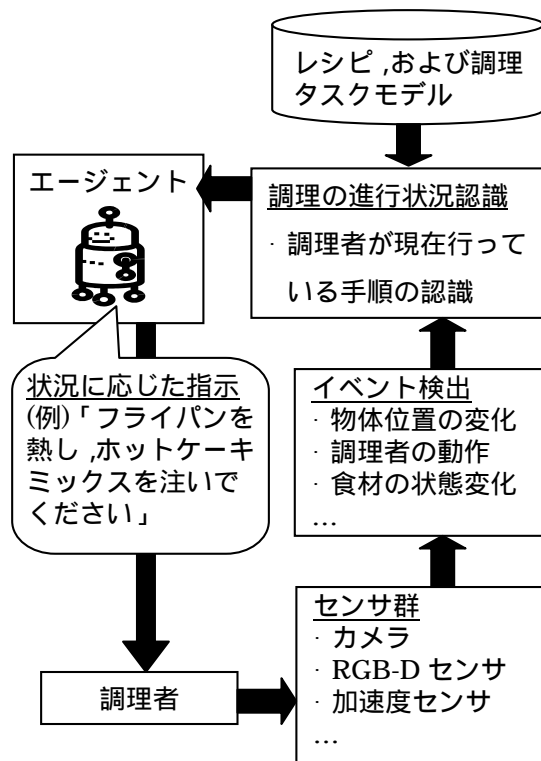


図 2 システム概要

本研究における調理行動の認識方式は、調理中のイベント検出に基づいている。人間が調理中に行動すると、様々なイベントが発生する。例えば、調理者がボウルやフライパンを戸棚から出して、作業台上に置いた場合、対象となる調理器具が、作業台上に出現する、というイベントが発生する。このような物体の場所の変化は、調理の進行を認識する上で非常に重要なイベントである。

調理のプロセスは、イベントによって記述される状態遷移としてモデル化することができる。以降これを調理タスクモデルと呼ぶこととする。調理タスクモデルと、センサによるイベント検出によって、調理の進行を認識するシステムが実現できる。

調理中に発生するイベントの検出方法を説明する。

物体位置の変化については、RGB カラー画像および距離情報が取得可能なセンサを用いた。図 3 に物体の位置検出、および識別処理のフローを示す。まず、物体領域を、距離画像における背景差分によって抽出する。背景モデルは、あらかじめ、物体を置いていないキッチンの距離画像を学習することで取得した。距離画像における背景差分を取った後に、RGB 画像と結合して、物体の 3 次元点群を構築することができる。この点群に対してセグメンテーションを行うことで、物体ごとの点群が得られる。3 次元空間でセグメンテーションを行うのは、物体同士のオクルージョンをなるべく避けるためである。

物体ごとの点群から H-S 色空間における 2 次元ヒストグラムを構成し、前もって保存しておいた物体のヒストグラムデータベース

内の色モデルとマッチングすることで物体の識別が完了する。

なお、このとき、ヒストグラムは H が 15 次元、S が 4 次元の 60 次元とした。

また、調理器具に貼付した加速度センサによる人間の手動作の検出も行った。調理器具の中には、包丁や菜箸、泡だて器等、細く、角度によっては、距離画像を利用した物体検出が難しいものがある。このため、器具に加速度センサを取り付け、その器具が使用中かどうかを検出するようにした。

物体の位置や、人間の動作以外に重要な情報として、食材の状態変化がある。これは、通常、加熱工程の途中でよく見られ、調理の進行を確認するために必要な情報である。例えば、ホットケーキのレシピには次のような記述がある。

- ・牛乳とホットケーキミックスをボウルに注ぎ、混ぜる。
- ・フライパンを熱し、ホットケーキミックスを注ぐ。
- ・表面に泡が何個か出るまで待つ。
- ・ホットケーキを裏返し、2 分間待つ。

3 番目の指示は、ホットケーキを裏返す適切なタイミングについて記述しているが、ホットケーキの場合は、加熱に伴って出現する



図 3 物体識別のフロー

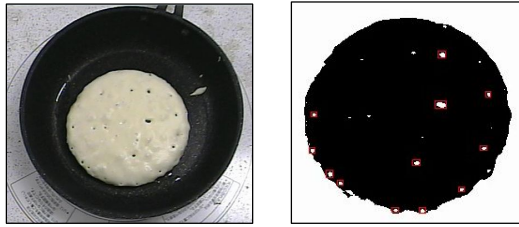


図 4 ケーキ表面の泡検出

食材表面の泡が、加熱の進行を認識するために重要な情報となっている。

本研究では、上記のホットケーキのレシピを例題として、食材の状態変化の検出を実装した。

図 4 にキッチンの加熱調理器上に設置したカメラによるホットケーキ表面の泡の検出の様子を示す。検出された泡の数をカウントすることで、加熱の進行具合を認識することができる。見え方の変化は、対象となる食材によって様々であるが、他の食材については今後の課題としたい。

以上のようにして検出されたイベントを、調理タスクモデルに入力することで、現在の調理の進行を認識し、適切な指示を調理者に提示できる。

図 5 にホットケーキのタスクモデルを示

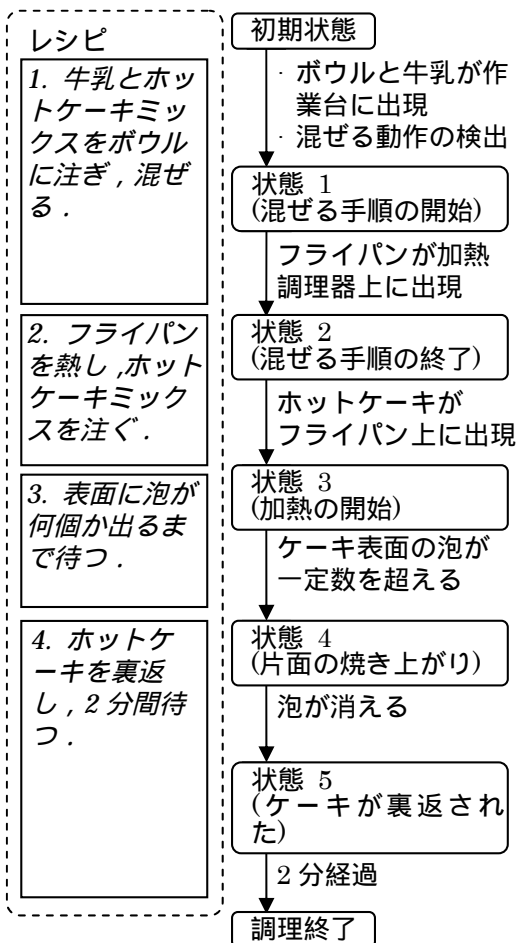


図 5 ホットケーキのタスクモデル

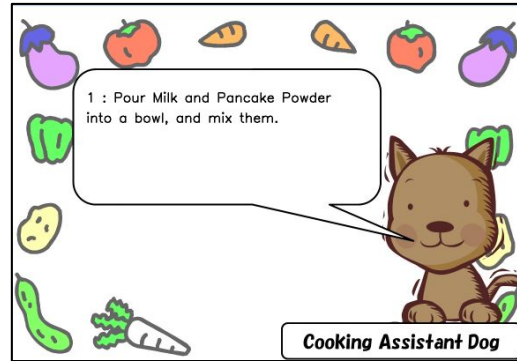


図 6 調理支援エージェント

す。この状態遷移モデルは、レシピ中出现する動作と、動作で必要とされる物品名から構築することが可能である。レシピの指示は、タスクモデルの各状態と結びついており、認識された状態に応じた指示を図 6 のエージェントを通じて調理者に提示する。

実装したシステムを用いて、ホットケーキの調理中に得られたセンサデータを処理した結果を表 1 に示す。エージェントが、調理者の調理の進行に応じて適切な指示を提示できていることが分かる。

表 1 検出されたイベントとエージェントが提示した指示

経過時間	イベント	指示
00:00.0		牛乳とホットケーキミックスを
00:17.4	ボウル出現	ボウルに注ぎ、
00:37.0	牛乳出現	混ぜる。
01:04.8	混ぜる動作検出	
01:53.4	フライパンが加熱調理器上に出現	フライパンを熱し、ホットケーキミックスを注ぐ。
02:58.6	ホットケーキがフライパン上に出現	表面に泡が何個か出るまで待つ
07:51.1	ケーキ表面の泡が一定数を超える	ホットケーキを裏返し、2分間待つ。
08:03.4	泡が消える	

図 7 はホットケーキ表面の泡検出の結果である。加熱の進行につれて、物体表面の泡が増加していることが分かる。エージェントは、この泡の増加に基づいて調理者にホットケーキを裏返すように指示を出すことができた。裏返した後は、レシピの 4 番目の指示にあるように 2 分間待つ必要がある。ホットケーキを裏返したことは、泡が消えたことによって認識できるため、泡の消失からの経過時間を示すことで、調理者はいつ加熱を終えればよいかを判断することが可能である。

以上のように本研究では、ホットケーキを例題として、複数センサを用い、人間の動作や、調理器具・食材の状態に関する情報を利用して、調理の進行を認識可能なモデルを構

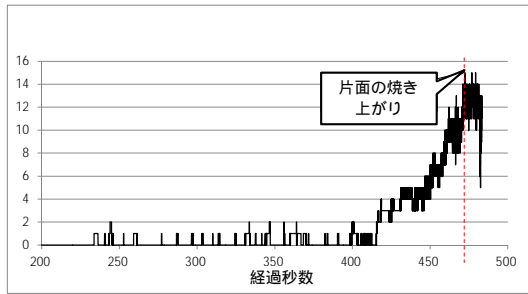


図 7 ケーキ表面の泡数

築した。このモデルは、通常のレシピにおける動作と、動作で必要とされる物品名、食材の状態変化に関する記述に着目することで生成することが可能である。そして、構築したモデルを用いて、調理の進行に応じて適切な指示を生成する、調理支援システムを実装することができた。

今後、より複雑な調理に対応できるよう、モデルの記述方法やセンサ処理方式を改善し、調理の誤り検出や手順の省略に適應させて行くことが課題である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計 4 件)

Cooking Support System Using Networked Robots and Sensors, Kenzaburo Miyawaki, Yuki Inoue, Sathoshi Nishiguchi, Motoyuki Suzuki, Yuta Muraki and Mutsuo Sano, Proc. of the 2014 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI 2014), Vol. 2, pp. 295-296, Mar. 10, 2014, ラスベガス(アメリカ)。

A Study of Cooking Assistant Agent using Multi Sensor, Kenzaburo Miyawaki, Satoshi Nishiguchi, Mutsuo Sano, Proc. of the 2013 International Conference on Information Technology and Electronic Commerce (ICITEC 2013), pp.189-192, Dec. 28, 2013, ハルビン(中国)。

A STUDY OF COOKING PROGRESS RECOGNITION USING MULTI-SENSOR FOR COOKING NAVIGATION, Kenzaburo Miyawaki, Satoshi Nishiguchi, Syogo Noda, Yuka Kanamoto and Mutsuo Sano, Proc. of the 2nd. International Conference on Applied and Theoretical Information Systems Research (2nd. ATISR2012), Session A-4, Dec. 28, 2012, TAIPEI(台湾)。

宮脇健三郎、佐野睦夫、米村俊一、調理動作認識を用いた高次脳機能障害リハビリ支援システムの提案、信学技報、vol. 111、no. 479、MVE2011-124、pp. 169-174、2012年3月13日、富山大学(富山)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宮脇 健三郎 (MIYAWAKI, Kenzaburo)

大阪工業大学・情報科学部・講師

研究者番号：30585005