

# カメラとプロジェクタと対話ロボットが 連携する調理支援システム

## Cooking Support System by a Cooperate with Cameras and Projectors and a conversational robot

森岡 俊介 上田 博唯

Shunsuke Morioka , Hirotada Ueda

京都産業大学

Kyoto Sangyo University

**Abstract:** This paper proposes a system which can teach beginners the cooking method plainly. In this system cameras, projectors and a conversation robot are installed in the kitchen counter. The prototype system which teaches the cooking method plainly and effectively. This system recognizes the position of foods and the motion of a cooking person's hand with the camera. and displays the cooking method by the projector onto the materials. This system can give the suitable advice for the cooking person with the conversation robot. This paper also describes the result of having made the filleted fish and mincing of the onion as an experiment.

## 1. はじめに

調理をサポートするシステムとしてはレシピに書かれた食材名と調理方法から対応する調理方法の映像を参照して調理者に見せる[1]といったように調理時の映像を調理者に見せることで調理をサポートすることが考えられる。しかし映像を提示するだけでは、調理経験に乏しい人、調理が苦手な人にとってはわかりにくいのではないかと考えた。そこでキッチンカウンタにプロジェクタを設置してプロジェクタからの投影物によってまな板や食材に具体的な置き方、切り方を指示すれば調理経験に乏しい人や調理が苦手な人に対してわかりやすく教えることができるという手法を提案する。

本研究のもう一つの特徴は対話ロボットを取り入れたことである。これによりユーザがレシピを見ながら調理をしている時に、食材に調味料を混ぜる必要があり、具体的にどのように混ぜればよいかわからなくて困った時、ユーザは「どのように混ぜればよいか私に教えて」とロボットにたずねるだけでよい。ロボットは、キッチンカウンタの空いている所に動画を投影しつつ、「こうしたらいいんだよ」と答える。また、食材を切る必要があり、どの部分を切ればよいかわからなくてユーザが困っている時には、ロボットは、食材の上に包丁を入れる線を描画しつつ、どこをどのように切ればよいかをユーザに丁寧

に教えることができるようになる。

つまり、これは調理を支援するロボットが自分の身体機能を拡張するためのセンサ及びアクチュエータとしてキッチンに取り付けられたカメラとプロジェクタを利用するというコンセプトの提案である。

## 2. システムの概要

### 2.1 キッチンカウンタについて

この調理支援システムのキッチンカウンタの様子を図1に、カメラとプロジェクタの設置状況を図2に示す。

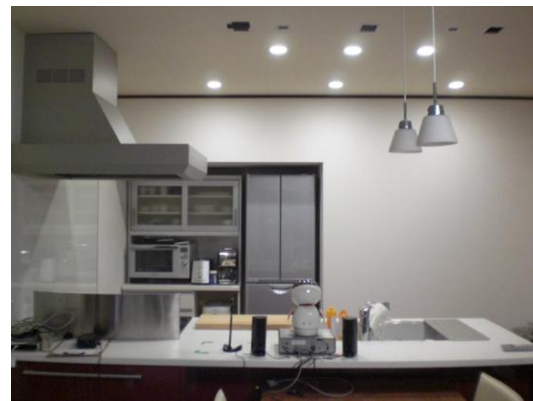
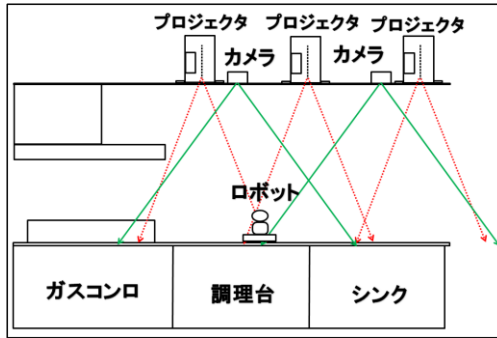


図1 キッチンカウンタ

図に示すようにカウンタ上調理者の正面に対話ロボットが設置されている。そしてキッチンカウンタの上方にはカメラとプロジェクタのレンズ窓がある。カメラとプロジェクタはガスコンロ部を除くキッチンカウンタ全体をカバーできるように設置されており、どのような配置になっているかは図 2(a)に示す。また天井から見たカメラとプロジェクタの設置の様子を図 2(b)で示す。



(a)カメラとプロジェクタの配置図



(b)天井裏のカメラとプロジェクタの設置状況  
図 2 キッチンに設置したカメラとプロジェクタ

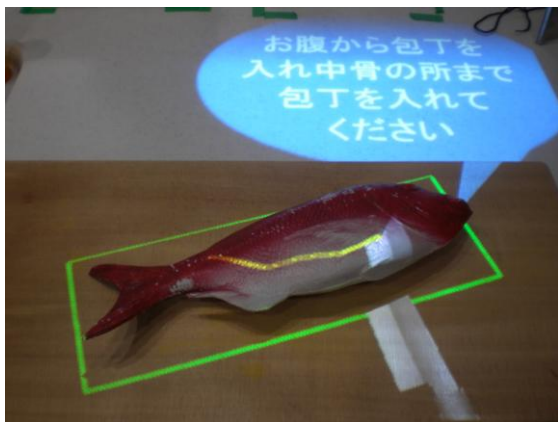


図 3 重畳表示例

天井に設置したプロジェクタにより図 3 に示すよう

に、認識した食材の上に情報を重畳表示することができる。

## 2.2 対話ロボットについて

対話ロボットには手や顔を動かして指示できるロボットとしてユウビ造形の phyno[4]を使用した。ロボットはその時の調理方法を説明しながら、特定の位置に食材を置く時にそちらを向いて指をさして教えるといった動作や、切っていく時は手を何度も上下させるといった動作をしてユーザに伝える。

このシステムはユーザとの対話と画像認識による自律的動作を組み合わせて調理支援を進める。音声認識のソフトウェアとして大語彙連続音声認識システムの julius[5]を使用した。

## 3.魚を三枚おろしにする調理支援

魚の三枚おろしは鱗を取る、ワタを取る、身を切り分けるなど複雑な調理工程があり、初心者にはとても難しいものである。そのため初心者にも分かりやすく教えることができるシステムを作ることができないかと考えた[7][8]。

### 3.1 調理方法の指示

このシステムではユーザがどのように調理をしていけばよいかについては図 3 に示したように調理される魚の口からあたかも魚自身がしゃべっているように「お腹から包丁を入れて身を切ってください」といったような吹き出しを表示し、ロボットからも「魚が言っているようにお腹を切ってね」と話しかけるというようにして指示される。ロボットからの指示は必要に応じて文字としてテーブルトップに表示する。魚を切る必要があるところでは具体的に魚のどの部分を切るかを魚の位置、向き、大きさを判断して魚に直接線を描画することによって指示する。さらにその時にどう包丁を動かしていくかということについて包丁の絵を実際に切っている時のように動かすことで分かりやすく指示する。魚の周りを囲む線を表示することでユーザに魚が認識できていることを見せるようにしている。

魚の腹がこちらを向いている時に背の方を切る場合、この魚の向きでは切りづらいため魚の向きを変える必要がある。このような場合にロボットが自ら手を差し伸べて魚を回転させて見せることができれば、理想的であるとも思えるが、それは現実的ではないので、まな板と平行な面に沿って回転させるように図 4 に示す矢印で指示するようにした。

また下になっている側の腹を切る時、このままで

は切ることができないため、魚の頭と尾を結ぶ線を軸として反転させるように図5に示すような矢印で指示するようにした。

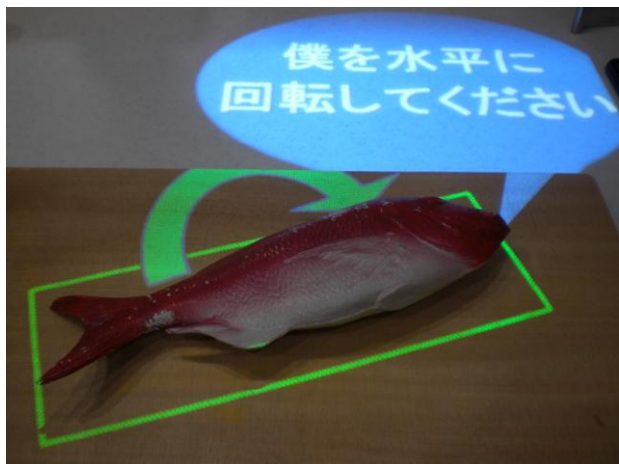


図4 回転指示を描画した画像

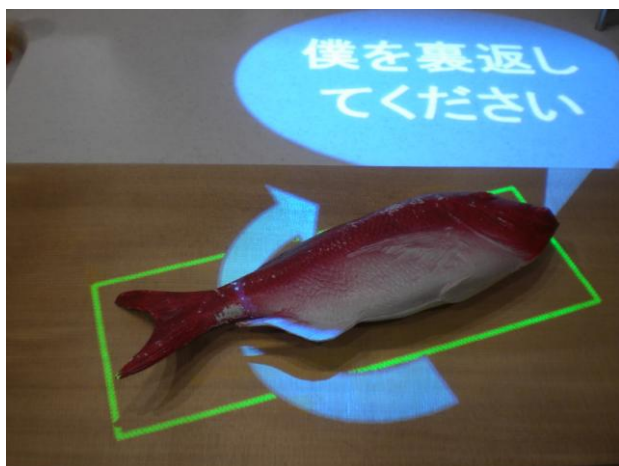


図5 反転指示を描画した画像

### 3.2 魚の認識方法

このシステムでは魚の上に情報を重畳表示するために調理中にキッチンに置かれた物体から魚である物体を認識する必要があり、それ以外に魚の切る位置に直接線を描画するためにその魚の位置、大きさ、方向といった情報を認識する必要がある。

本システムでは背景差分を用いてまな板に置かれた物体の存在を認識し、その後形状マッチング[3]を行うことで魚という形状を認識している。

また、このシステムでは調理を進めるきっかけとして画像認識で得られるユーザの手の動作を利用する。先行研究ではユーザが食材に対して加工操作を加えたかどうかの判断としてユーザの手領域と食材の領域の重なった時の前後の食材の領域や輝度の変

換を利用する方法がある[2]。本研究でもそれに応じた方法をステップを進めるトリガとして利用している。

しかしこの方法だけでは切込みを入れる場合は輝度や領域に変化があまりない場合がありユーザの手と食材の領域が重なったかどうかだけでは本当に調理操作が加えられたかどうかはわからない。そのため画像認識結果に確信が得られない場合にはロボットから「切り終わったかな?」と話しかけてユーザから「切り終わったよ」といった返事を待つことで調理操作を終えたかどうかの判断を行い次の調理に進むようにしている。

## 4. 玉ねぎのみじん切りの調理支援

野菜の切り方には薄切り、いちょう切り、千切りといったようにさまざまな切り方があり、調理をあまりしたことのない人にとってはよくわからない。今回はこの中からある程度複雑な工程を必要とする玉ねぎのみじん切りについて支援するシステムを試作した。

### 4.1 調理方法の指示

調理方法の指示は魚の三枚おろしのシステムと同じで調理される玉ねぎから「端から切り込みを入れてください」といった吹き出しが出てロボットから「玉ねぎが言っている通りに切り込みを入れてね」といった指示がされる。

玉ねぎの根を切る時は切る前に玉ねぎの根を右向きにしてまな板の上に置いてもらう必要があるが、それには図6のようにまな板の上に実際にそう置いたときの写真を表示してロボットから「根を切るから写真のように根を右向きにしておいてね」という指示を出して特定の向きに置いてもらうようにしている。この時に画像認識を使わない理由については後で記述する。また、転がらないように支えながら切る必要がある時には図6に示したように手を添える方法も示すようにした。

それ以降は玉ねぎの形を認識して図7のように実際に切る位置に切り込み線と包丁のCG動画を表示し、ロボットから「端まで切らないように注意しながら切り込みを入れてね」と注意を促すようにして指示するようにしている。

図8に横から包丁を入れるステップの写真を示す。この時、実際に包丁を横から入れると玉ねぎにより包丁の一部が隠れるため包丁の絵に対して本来隠れる部分に対しては陰面処理を行っている。

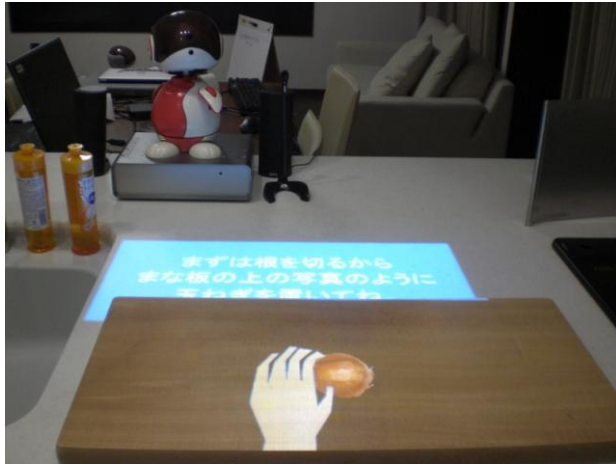


図 6 玉ねぎと手の投影



図 7 玉ねぎに切り込みを入れる時の表示例



図 8 横から包丁を入れるステップの表示例

また、予備実験においてユーザが左利きの可能性を考えられていないことに気付いた。そのため図 9 のように玉ねぎを置く時や切る時はユーザの利き手によって表示する位置を変更している。プロジェクタ

がどれくらい小さい間隔をあけて線を表示していくことができるかについては図 10 のように縦方向、横方向共に約 2mm 間隔で線を表示することができることがわかっている。

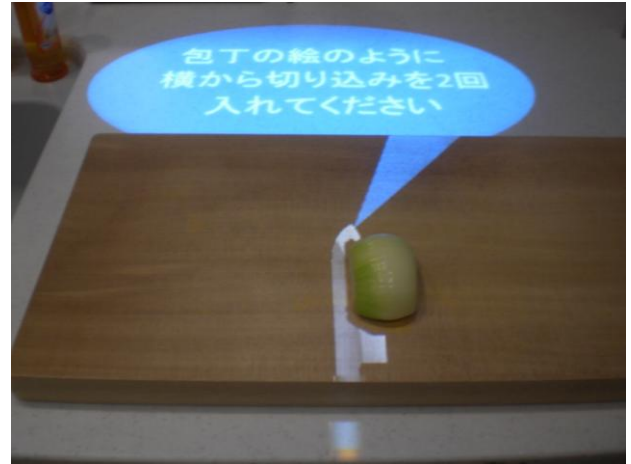


図 9 左利きの人用の横から切る時の表示例

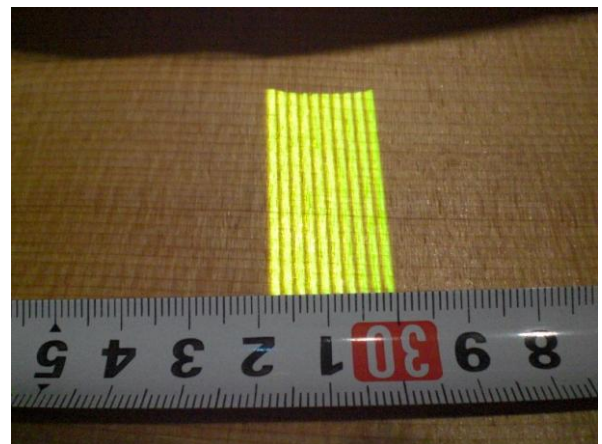


図 10 プロジェクタから投影できる最小間隔

#### 4.2 玉ねぎの位置などの情報の認識方法

鯛の調理支援システムでは魚の特徴的な頭と尻尾の部分の認識することで置かれた魚を認識し、魚の位置や角度といった情報を比較的簡単に精度よく検出することができた。しかし玉ねぎの場合は玉ねぎの形が丸いため、また、玉ねぎの種類によって形状も大きく変化し、芽と根にはっきりとした形状特徴の差がなかったりするため画像認識は困難であった。そのため図 6 や図 11 に示すようにシステムが玉ねぎを置く位置をまな板に写真で表示して、ロボットの音声によってそこに置いてもらうように指示するようにした。そしてその後背景差分と外接長方形の検出により玉ねぎの認識と大きさや角度などを確認す

るようにした。



図 11 玉ねぎを置く位置を指定する写真の投影

## 5 出し巻きを題材とした実験

調理システムの構成要素として対話ロボットが存在することの意義を見直してみたいと考えた。身体性のある対話ロボットの効果として、親しみやすい、あるいは安心感があるということは広く言われていることであるが、調理支援システムというような状況の中では、これに加えて孤独感の解消、楽しさの付与、退屈したり嫌気がさしてきたりした時の励ましといった物があるのではないかとと思われる。そこでこのような効果について被験者を用いて評価実験を行うこととした[6]。実験の対象としたのはタコ焼きと出汁巻き卵である。いずれも誰にでも馴染のあるものであること、短時間で調理できること、単純な手順ではあるが、それなりに練習を重ねないと上手に焼けない料理であることが、これらを実験の課題として選定した理由である。ここでは出汁巻き卵を例として紹介する。

この実験では任天堂 DS を比較実験の対象として利用した。この実験では被験者を2つの群に分けて、以下のいずれか1つの実験に参加させた。

### a) ロボット無調理

被験者は1人で任天堂 DS から出力される音声ガイダンスと画面に表示される画像によるレシピ提示に従って出汁巻きを作る

### b) ロボット有料理

被験者は対話ロボットの発話するガイダンスと画面に表示される画像によるレシピ提示に従って出汁巻きを作る

なお、a)と b)の実験条件を揃えるために、音声ガイダンスと表示する画像は任天堂 DS のものを共通に利用した。被験者にはこの調理支援システムが出

来映えの判定を行い、出来映えが満足出来ない場合には、調理を繰り返してもらおうという説明をし、必ず全員に3回のやり直しをさせるようにした。そして調理が終了する毎にアンケートに答えるよう指示した。

図 12 に示したように「楽しい」という印象評価項目の実数がロボット無の場合には、繰り返しの回数が進むにつれて明らかに評価が減少して行くが、ロボット有では回を重ねても評価が持続する傾向があるということがわかった。

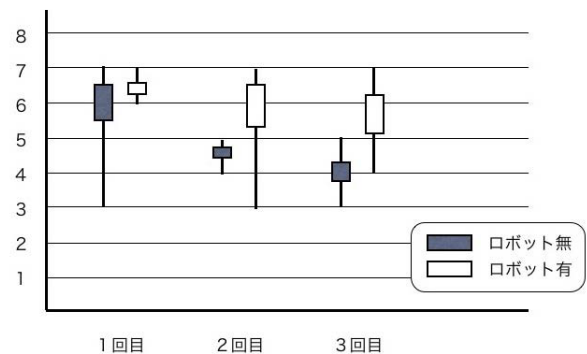


図 12 「楽しい」の評価値の変化

## 6.考察

魚を三枚に下ろすシステムでは魚の認識と重量表示を組み合わせることにより、具体的に切る位置を示したり、魚の方向や表裏を変える必要があるということも示すことができる方法を試作した原理的な優位性を確認することができた。

玉ねぎのみじん切りを作るシステムでは先ほどのそれに加えて、具体的な置き方を示すための写真と投影することによって、画像認識の弱点をカバーする手法を提案し、ユーザはその通りに置けばいいだけなので置き方について悩まないで済むということも確認できた。

出汁巻きを題材とした実験では調理に失敗して何度も繰り返すことになったとしても対話ロボットがいるおかげで「楽しい」という気持ち、そして調理方法の習得へのモチベーションを持続させる効果があることが分かった。

これらのことを組み合わせればいずれはさまざまな料理についてもあらゆる局面において最後まで支援できるようなシステムになり、失敗しても楽しさを失いづらいため初心者でも難しい料理に何度でも挑戦する意欲がわき、さまざまな料理を作れるようになっていくのではないかと考える。

しかしこのシステムの問題点として魚の三枚おろ

しの腹の中から包丁を入れて身を切る時などのように手触りを頼りに微妙な手の動きを必要とする高度な技術を必要とする工程については現状の重畳表示だけで示すことはできないということがある。包丁に振動センサを組み込むなどの、もっと効果的な方法を探っていく必要がある。

## 7.まとめ

本稿では試作したカメラとプロジェクタと対話ロボットが連携する調理支援システムについて述べた。このシステムはプロジェクタからの調理手順、切り方、置き方といったことの具体例を重畳表示することで調理経験に乏しい人や調理が苦手な人に対してわかりやすく教えるシステムである。試作した魚を三枚おろしにするシステムでは重畳表示では教えることが難しい部分があったが、玉ねぎのみじん切りを作るシステムについては重畳表示により最後まで調理を教えることができた。しかしこれだけで本当に調理経験に乏しい人や調理が苦手な人に対して調理手順を間違えることなく調理を進めていけるかということについては実際にこのシステムを使って実験して行かなければわからない。もし間違えることがあるならばそのことに対して別の表示物で注意を促すか、画像処理を用いて間違えそうになったら事前にロボットからの発話で間違えてないか確認するような必要がある。これらについては今後の課題である。

## 参考文献

- [1] 山肩 洋子, 角所 考, 美濃 導彦 "調理コンテンツの自動作成のためのレシピテキストと調理観測映像の対応付け(画像・映像処理)" 電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム J90-D(10), 2817-2829, 2007-10-01
- [2] 森直幸, 船富卓哉, 山肩洋子, 角所考, 美濃道彦 "調理者の手の動きを時空間制約とした調理中の食材追跡" 電子情報通信学会技術研究報告. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎 107(454), 45-50, 2008-01-17
- [3] opencv.jp - OpenCV マッチング(Matching)サンプルコード  
(<http://opencv.jp/sample/matching.html#shape>)
- [4] 製品&取組み - ロボット外装部 株式会社ユウビ造形  
(<http://www.yuvi.co.jp/products/robot.html>)
- [5] 大語彙連続音声認識エンジン Julius  
(<http://julius.sourceforge.jp/>)

- [6] 南部 惣太, 信耕 令佳, 上田 博唯: 調理支援システムにおける対話ロボットの効果 ～タコ焼きと出汁巻きを例題として～, 電子情報通信学会技術研究報告 (マルチメディア・仮想環境基礎) 111(235), 75-80, 2011-10-14
- [7] Shunsuke Morioka, Hirotsada Ueda: Cooking Support System Utilizing Built-in Cameras and Projectors, IAPR Conference on Machine Vision Applications (MVA2011), pp271-274, 2011
- [8] 森岡 俊介, 上田 博唯: カメラとプロジェクタを使った調理支援システム, 電子情報通信学会技術研究報告 (マルチメディア・仮想環境基礎) 110(457), 37-41, 2011