

食事状況認識による テーブル型リアルタイム料理推薦システム

高麗友理子[†] 大塚雄一郎[†] 井上智雄[†]

テーブルでの食事状況に基づいて追加料理をリアルタイムに推薦するテーブル型システム Future Dining Table (FDT)について述べる。本システムは、ユーザがテーブル上の料理皿に箸を伸ばす動作を食事行動と認識し、その履歴も利用して食事状況を判断する。これに応じて、リアルタイムに適当と思われる追加料理をテーブル上に表示する形で推薦する。食事行動の認識と料理の認識、料理残量の推定はテーブル上部のカメラからの画像による。料理の追加注文が生じる居酒屋のような外食サービスにおいて、人員が不十分のため行き届かない点を補えると考えられる。

Adaptive tabletop dish recommendation system by the recognition of realtime dining activity

Yuriko Kourai[†] Yuichiro Otsuka[†] Tomoo Inoue[†]

A tabletop realtime dish recommendation system according to the current dining status is presented. The system is named Future Dining Table (FDT). This recognizes the movement of the chopsticks to the dishes as eating activity. It estimates the current dining status from the history of eating activity. Appropriate additional dishes are recommended in realtime according to this status, showing the pictures of the dishes on the table. The eating activity and the dishes, and the remains of food can be recognized by the video from the camera installed above the table. The system is assumed to be useful in making up for the staff shortage in the Japanese pub.

1. はじめに

社会のあらゆる領域において情報化が進む中、日常生活において重要な位置を占める食事場面の情報化はまだ十分でない。本研究では食事者の行動に応じた情報技術による支援を進めており、食事状況認識によるリアルタイム料理推薦サービスはその一つである。

ウェブにおいては、推薦サービスはいまや一般的である。また、実世界であっても購買記録などを用いて、それに応じた商品の推薦を主に営業担当者がする光景はよく見られる。商品を推薦することは、基本的な営業方法であり、普遍的に行われている。ただ、それらのほとんどは人手によるものである。本研究では、食事場面において、従来は人手でしか行われていなかった料理の推薦を、情報技術により自動で行えることを示す。コンピュータと特に関係しない実世界で、かつリアルタイムな状況の変化に応じた推薦である点が特徴である。

飲食店でも、追加注文の発生するような類の店では、従来より料理の推薦が行われてきた。一般には高級な店の方が客である食事者の状況に応じた推薦を行っている。しかし、人員の確保の問題などから、個々の食事者の状況に対応してサービスを提供するというような、行き届いたサービスは難しくなりつつある。ここで示すシステムは、自動でタイミングよく料理を推薦するもので、このような状況を補う可能性をもっている。

2. システムの提案とその設計

本研究では、食事者の状況をリアルタイムに認識し、それに応じた支援をする環境 Future Dining Table(FDT)を開発している。料理の推薦はその一つであるが、本稿ではこれを扱う。FDT は、ユーザが食卓上の皿に箸を伸ばす動作を食事行動と認識し、その履歴から食事状況を判断する。そして、食事状況に応じて適当な料理を適当なタイミングでテーブル上に表示することで自動的に推薦する。

本システムに先立つシステムとしてAnother Dish Recommender(ADR)[1][2]がある。初期のADRでは、食事行動の認識をビジュアルマーカで行っており、食事者は手にビジュアルマーカを装着する必要があった。このことはユーザに通常の食事にはない負担をかけることになった。また、箸や手の使い方によってはマーカの向きが変化するため認識しにくいことがあった。改良版のADRでは、食事行動の認識は画像認識によ

[†] 筑波大学図書館情報メディア研究科
Graduate School of Library, Information and Media Studies, University of Tsukuba

るものとしたが、料理の認識は皿の底面のビジュアルマーカによるものであった。このため、食卓は透明なアクリル板を使用しており、足元にカメラを設置していた。このことが食事者の心理面で問題となる可能性があった。また、推薦タイミングに利用する、料理の残量は食事行動の回数から間接的に求めている。自動的な料理推薦が可能であるというアイデアを説明するためのプロトタイプであったため、実際の料理残量には拘っていなかった。

本システムでは、これらの問題を改善した。食事行動の認識と料理の認識、料理残量の認識をテーブル上部のカメラ映像によることとした。

FDT のハードウェアの構成を図1 に示す。また、図2 にシステム利用時の様子を示す。本システムでは食事状況を認識するセンシング装置として、USBカメラのみを用いている。カメラは食卓全体の撮影ができるように設置位置の調整を行った。カメラにより映像は取得するが、食事者の顔は映らないため、プライバシーを侵害する可能性は少ないといえる。また、食事者は機器等を一切装着することなく食事出来る。推薦料理の画像を食卓上に提示するためにデータプロジェクタを使用した。本システムでは、推薦料理の表示位置は実物体に応じて変化する。このため、プロジェクタはテーブル面から165cm離れた高さに地面方向に固定し、食卓全面を投影光が覆うように配置した。

ソフトウェアを実行には、CPU: Intel Xeon Processor E54202.50Ghz, OS: Windows Vista の PC を使用し、開発環境には Microsoft VisualC++ を利用して実装を行った。

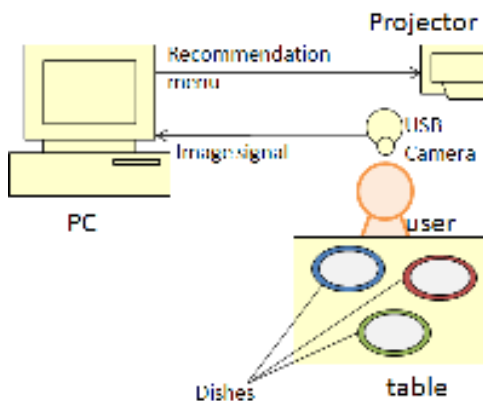


図1 システム構成
 Fig.1 System architecture



図2 システム利用の様子
 Fig.2 Appearance of the system in use

3. システムの実装

ソフトウェア動作の流れを図3 に示す。システムのソフトウェアは、センシングモジュール、食事判断モジュール、推薦表示モジュールという3つのモジュールで構成される。この構成はADR と基本的に変わらない。

3.1. センシングモジュール

センシングモジュールは、Intel 社が開発したオープンソースの画像処理・画像認識ライブラリ OpenCV を用いて実装を行った。センシングモジュールの処理は USB カメラから画像を取得した後、大きく4つある。食事者の指先認識、皿認識、料理の残量算出、摂食判定処理である。摂食判定処理により摂食が行われたと判定されると食事状況判断モジュールに移る。摂食が行われないと次のフレーム画像を取得する。FDT では、カメラのフレームレートを 9fps に設定している。以降、センシングモジュールの各処理について述べる。

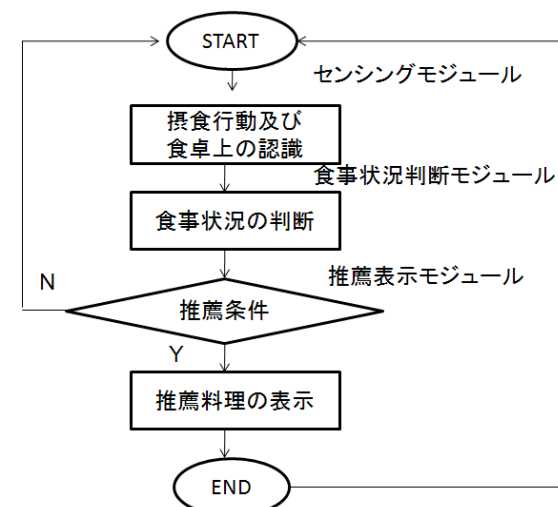


図3 ソフトウェア処理手順
 Fig.3 Software procedures

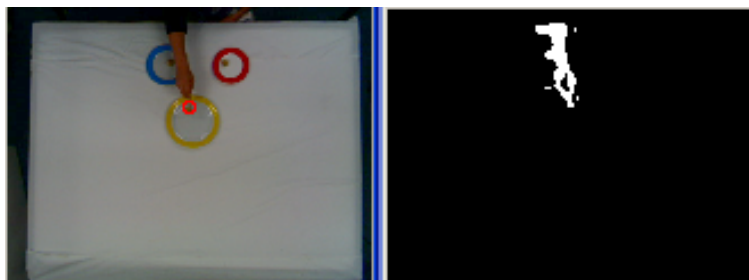


図4 フレーム画像(左図)と腕領域のシルエット画像(右図)
Fig.4 Frame image(left) and Silhouette image of arm area(right)

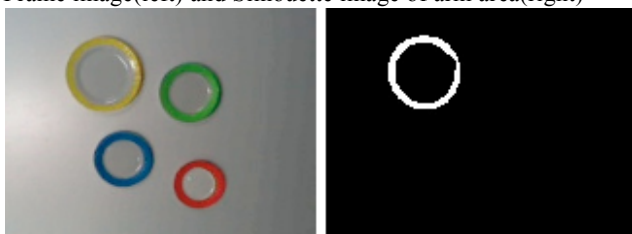


図5 FDT で使用する皿の例と皿の縁の色領域の抽出例(黄色)
Fig5. The color is given to each edge of a plate (left) and Extraction of yellow plate (right)

3.1.1. 食事者の指先認識処理

食事者の指先は、摂食行動の時に食事者の身体から最も離れるところにある。そして、食事者の指先は摂食行動の際に食卓上の料理に接近する。そこで、本システムでは指先と皿の距離から摂食行動を判断する。これにより、ADRの際にあった課題の一つ、ユーザがマーカを装着する負担を解消する事が出来る。本システムにおける指先認識の手順を述べる。

まず、食事者の腕領域を切り出す。システム起動時に背景画像として上方から食卓の画像を取得する。背景画像は時間経過による撮影環境の変化に対応する為に、適当な割合($a:1-a$, $a=0.01$)で現在の背景と混合し、毎フレーム更新する。背景差分を用いる際、推薦のために投影された料理画像や投影位置の変化、食器の移動などが生じると、それらの変化が差分として検出されてしまい、正確な腕領域の切り出しができなくなる場合がある。そこで、本システムでは、皿を動かした等の背景に変化が生じた後、25フレーム間変化が無い場合、変化が生じた後の画像を背景画像とする。

この様にして得られる背景画像とカメラで取得した現在のフレーム画像との差分を計算し、画像の変化が大きい領域だけを抽出した画像を得る。その画像に対し、オープニング処理により、ラベリング処理を行った後、一定の面積(1000pixel)以上の領域

を抽出し、その領域を食事者の腕領域とした。ラベリングには、画像の連続した領域をラベリングするルーチンである井村のラベリングクラス[3]を用いた。図4において、左図が食卓上に設置したカメラのフレーム画像の例であり、右図が抽出した腕領域のシルエット画像の例である。この時の腕の移動速度は23.3cm/secである。

3.1.2. 皿認識

食卓上の食器の認識は、皿の縁の色情報によって行う。認識を容易にするために基本的に白色の皿を用い、その縁を覆うようにユニークな色を付与した。色情報による皿の識別では、皿ごとに異なる色にする必要があり、5種類程度までは容易に識別可能である。認識の際は、皿の縁を覆う特定色の領域を抽出し、腕領域の切り出しの時と同様にラベリング処理を行う。これにより一定以上の大きさの領域を切り出す事ができ、ノイズを軽減する事ができる。図7において、左図が使用する皿の画像であり、右図が同じ画像に対し黄色の色抽出を行った時のものである。抽出した色領域のx座標が最大・最小の2点とy座標が最大・最小の2点を得る。各2点間を結んだ直線の交点を皿の中心座標とした。

3.1.3. 摂食判定処理

前述の様に求めた各皿の中心座標と食事者の指先の座標との距離を計算し、摂食判定処理をする。そして、指先座標と皿の中心座標との距離が皿の半径と同じであればその皿の料理を摂食したと判定する。または、指先座標と皿の中心座標の距離が皿の半径プラス経験的に定めた閾値よりも小さければ、その皿の料理を摂取したと判定する。これは、箸を用いた際、指先よりも箸先が長く、指先が皿上に到達しない場合があり、こういった場合に対応する為である。この時の差の閾値は、経験的に10pixel

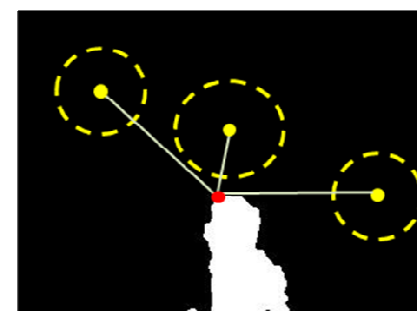


図6 食事行動の例
Fig.6 Example of eating action

と設定した. 摂食時の様子を図 6 示す. 図の白線が各皿の中心と指先との距離であり, 指先の座標が赤い点, 黄色の破線が皿の輪郭, 黄色の点が皿の中心を表している. この図では中央の皿から摂食したと判定される. この様にして認識した摂食行動は, 摂食履歴として摂食した皿番号がテキストファイルに出力され, 料理残量と同様に食事状況判断モジュールにおいて利用される.

3.1.4. 料理残量の算出

食事中的料理残量の検出方法にはさまざまな方法が考えられる. Yujie らの研究[4]や ADR では, 摂食行動の回数から残量を推定している. この方法は簡単である反面, 正確性に欠ける推定法である. 一方, 川嶋ら[5]や Chang ら[6]は, 摂食行動の認識のために料理重量を計測し, そこから料理残量の変化を認識している. 重量計測は, 客観的な数値を得ることが出来, 正確であるが, 計測器を何らかの手段で食事環境に導入しなければならず, 現環境においてはその導入コストが高い. また, 料理残量を画像処理によって取得する方法も試みられているが, 精度良く認識する為には料理の撮影条件を厳密に統制する必要がある. この様にどの方法も一長一短であるが, 本研究では画像処理の利点である導入の容易さとユーザへの制約の少なさを重視し, 画像認識技術のみで簡易的に料理残量の取得を行う.

本研究における料理残量の算出は次の手順で行う.

- 1) 皿認識処理から得た皿の中心座標と実測した皿の半径から皿の料理をのせる領域を算出し, その領域のピクセル数を数える
- 2) HSV 色空間において白色以外のピクセル数を数える

白色以外のピクセル数が, 料理が存在する領域のピクセル数であり, 料理領域の面積であるといえる. 料理領域を 2 値化によって抽出した例を図 7 側に示す. 図 7 は元々のカメラ画像である. 図 7 は皿の縁の緑色の領域より内側において, 白色の領域を'0', それ以外の色領域を'255'とした 2 値画像である. なお説明上, 皿の縁領域を示すものとして黄色の線を付与している. 森らの研究[7]では, 前述のピクセル数を食事開始時

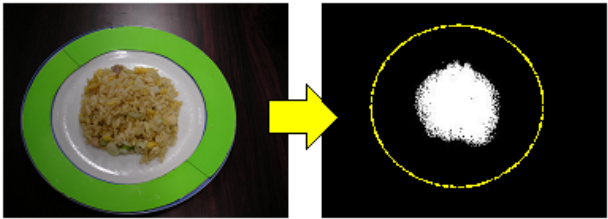


図 7 料理領域の抽出
Fig.7 Food recognition

から取得し, 食事中にそれが開始時の何割になったかを色づき度という尺度を利用し, 食事の進行度を判断している. 本研究でもそれに倣い, 料理残量を料理の皿に占める面積から算出する. 最初の時点で皿に盛られた料理の面積を残量 100%として記録し, 食事中の料理領域の面積がそれに対して何%になったかを計算している. この精度に関しては, 次章で述べる. ここで取得した皿毎の料理残量は, 食事状況判断モジュールにおいて利用される.

3.2. 食事状況判断モジュール

食事状況判断モジュールは, センシングモジュールで取得した食卓上の各料理の残量と食事者の摂食履歴を受け取り, そこから食事状況を推定する. 料理の残量は食事者がどの程度進行したかということ, 摂食履歴は食事者の摂食傾向を判断する材料とする. 本研究において, 食卓上の料理の総残量の推移は食事の進行状況と同義であると考えており, 料理の総残量が少なくなった場合, その食事は終了間近であるという事を意味している. 食事状況判断モジュールでは, 5 つの判定から食事状況を 6 つに分類(表 1)している.

- ① 食卓上の料理の総残量が 25%以下かの判定
 - ② 食卓上の料理の総残量が 5%以下かの判定
 - ③ 各々の皿の料理残量が 25%以下かの判定
 - ④ 連続して摂食されている料理の判定
 - ⑤ 過去 10 回の摂食履歴において摂食された頻度が高い料理の判定
- 残量 25%以下・5%以下というのは好ましい推薦タイミングの調査[8]の結果を基にした, 料理推薦がユーザに好意的に受け取られやすいタイミングである. ここでの判定結果を基に, 推薦表示モジュールにおいて推薦する料理を選択し食事者に提示する.
- 現在の FDT における食事者の摂食履歴の活用方は ADR と変わらず, 汎用性に乏しく有効に活用できているとは言い難い. ④・⑤の判定に摂食履歴を用いているものの,

表 1 推薦ルール

Table 1 Rules for the recommendation

食事状況	推薦料理
全ての料理の残量が 25%以下	お茶漬け
全ての料理の残量が 5%以下	バニラアイス
シーザーサラダの残量が 25%以下	一口餃子
唐揚げを 3 回連続で食べている場合	ポテトフライ
過去 10 回の摂食中, 7 回以上が枝豆	ビール
上記以外の食事状況	なし

条件の設定に明確な根拠はなく暫定的に定めたものである。料理推薦における摂食履歴の有効活用は、よりよい推薦を行うには不可欠であると考えるが、その実現には料理推薦方法に関する十分な調査・分析が必要である。推薦タイミングの調査を始めとする推薦方法の調査・分析を進める事で、今後摂食履歴を有効活用する機会が増える事が見込まれる。

3.1. 推薦表示モジュール

推薦表示モジュールでは、推薦料理の選択と推薦料理の提示位置の決定、推薦料理の提示を行う。その為に、食事状況判断モジュールにおいて判断された現在の食事状況とセンシングモジュールで得た各皿の中心座標を利用する。

まず、推薦料理の選択に関して説明する。FDTにおいて判断した食事状況に対して推薦される料理を表1に示した。総残量が25%以下または5%以下であるという情報を受け取った場合は“お茶漬け”ないし“バニラアイス”を推薦料理として選択する。これは、本研究の対象ではないが料理推薦方法の一環として行った居酒屋における追加注文に関する調査において、食事終盤での追加注文にはデザートまたは“お茶漬け”が好まれるという結果を基にしている。また、“ポテトフライ”、“一口餃子”を推薦料理に選択している理由は、同調査においてそれぞれ“唐揚げ”、“シーザーサラダ”の注文後に注文される割合が高かったからである。“ビール”に関しては、一般に“枝豆”と一緒に注文される可能性が高かった事に由来する。

次に、推薦料理の提示位置の決定に関して述べる。FDTは、食卓上の皿の配置状況に応じて、推薦料理の提示位置を動的に変更する機能を持つ。先行研究ADRでは、食卓上に推薦料理の提示場所を予め設け、そこに料理画像の提示を行っていたが、実際の食事場面ではそのように食卓上に余分なスペースを空ける事が困難である事も考えられる。そこで、FDTは、センシングモジュールで取得した皿の位置情報を用いて食卓上で空いているスペースを探索し、その中でもユーザにとって食べやすいと感じる位置に推薦料理を提示する。これにより、実際に料理が届いて配置された状況に近づける事が出来、ユーザの追加注文を促進できると考えた。推薦料理の提示位置は、料理間の距離と食器の位置に従い決定する。

上述の処理の後、推薦料理の画像がプロジェクタから食卓上に投影される。センシングモジュールや食事状況判断モジュールから取得される情報が変化した場合、推薦表示モジュールの処理結果も変化し、推薦料理やその位置が動的に変更される。

4. システムの評価実験

4.1. 食事行動の認識精度

本システムにおける摂食認識の精度評価実験について述べる。

4.1.1. 実験目的

本システムFDTの食事認識機能が、改良前のシステムADRと比較して、どの程度の水準なのかを評価する。食事者の摂食行動の認識に関して、それぞれのシステムで実際に食事を行い、その認識精度を調べる。

4.1.2. 実験方法

実験は被験者3名(右利きの男子大学生)とし、FDT及びADRを使用した食事を行った。食卓上に3つの皿を配置し、すべての皿に箸でつかみやすい一口サイズの菓子を盛り付けた。皿の配置は、奥の皿に手を伸ばした際に、手前の皿に手がかるようにした。摂食の際に指先が摂食した皿以外の上を通った場合、誤認識しないかどうか確かめる為の配置である。最初各皿の菓子は8つある状態である。各被験者は24回(3皿×8つ)の摂食をすることになる。被験者の様子はビデオカメラで撮影し、被験者が実際にどの皿から菓子をどの順番で食べたかを記録した。このビデオ記録とシステムが取得した食事行動履歴を比較し、適合率と再現率からシステムの性能を評価した。

4.1.3. 実験結果

表2にFDTを用いた場合の実験結果を示す。実際とは違う皿から摂食したと記録されると適合率は下がり、摂食が記録されなかった場合に再現率が下がる。認識精度は被験者ごとにばらつきがある事がわかった。視認による原因調査から、認識精度のばらつきは色情報によって行う皿認識処理において、外乱光の影響で皿の中心座標が安定して取得できなかったことが原因であると確認された。また、ユーザの摂食行動の速度が速すぎて処理が追いつかず、摂食判定が行われなかった場合もあった。

ADRを用いた場合の実験結果を表3に示す。表2と表3を比べると、精度が向上している事がわかる。ADRでは、手首の角度変化によるマーカ認識の不安定さや被験者の食べ方によって、摂食時の手のマーカと皿の距離が大きく変動する為に摂食認識が不安定であった。しかし、食事認識方法の改良でその点が大きく改善し、改良前のADRと比べてFDTは認識率を向上させることができた。

表 2 FDT の食事行動認識精度

Table 2 Accuracy of eating action recognition in FDT

被験者	適合率	再現率	F 値
A	0.78	0.88	0.82
B	0.96	0.96	0.96
C	1.00	0.75	0.86
平均	0.90	0.86	0.88

表 3 ADR の食事行動認識精度

Table 3 Accuracy of eating action recognition in ADR

被験者	適合率	再現率	F 値
A	0.95	0.79	0.86
B	0.82	0.75	0.78
C	0.68	0.54	0.60
平均	0.82	0.69	0.75

4.2. 料理残量の推定に関する精度

食事状況の認識における料理残量の推定に関する精度評価実験について述べる。

4.2.1. 実験目的

本システム FDT の残量認識機能が、どの程度の水準なのかを評価する。食事状況を判断する上で重要な要因の 1 つである料理残量の推定に関して、その精度を調べる。

4.2.2. 実験方法

実験は被験者 3 名(右利きの男子大学生)とし、FDT を使用して食事を行った。食卓上に配置する皿は 1 つとし、2 種類の料理を用意した。1 種類の料理の食事を 1 回の試行とした。1 回の試行の終了の後、料理を変更し、もう 1 種類の料理の食事をした。1 人の被験者につき合計 2 回の試行を行った。料理はシステムの使用想定環境である居酒屋のメニューの中から 2 種類を選択した。1 つ目は、個数を数え上げる事が出来、残量を正確に判定することの可能な「枝豆」である。2 つ目が、視覚的に正確な残量の推定が困難な「チャーハン」である。実験に用いた 2 つの料理を図 8 示す。

「枝豆」は皿に 20 個盛り付け、1 個食べるごとにその残量を 5%刻みで低下させる。「チャーハン」は、最初の盛り付け時に初期重量を計測し、試行中に重量を計測する事でその重量比から正確な残量(%)を取得する。実験では、試行中にシステムが残量[75%・50%・25%・5%]をそれぞれ下回ったと判断した時、残量計測を行う。「チャー



図 8 残量推定の精度評価実験で使用した 2 つの料理

Fig.8 Different types of food used in the experiment

ハン」の残量計測には、タニタ社製クッキングスケール(最大計量 500g, 最小目盛幅 5g)を使用した。システムが判断した料理残量と実計測によって判断した料理残量を比較し、FDT の残量推定の精度を検証する。

4.2.3. 実験結果

実験によって得られた 3 人の被験者の結果をそれぞれ表 4、表 5 に示す。各表の被験者平均値は、FDT の残量推定において[75%・50%・25%・5%]の値を示したときに、それぞれ実残量がおおよそ何パーセントであるかを表している。枝豆のシステムの推定残量と実測残量の被験者平均との差は平均 9.6%であり、FDT は実際の残量より多めに残量を見積もっていた事がわかった。一方、チャーハンのシステムの推定残量と実測残量の被験者平均との差は平均 2.2%であった。推定残量と実測残量の平均との差が特に大きかったのは推定残量 75%のときであり、他の推定残量の場合はその差 5%以下に留まっていた。

FDT では、画像処理により皿に占める料理の面積(ピクセル数)を算出して残量推定を行っていることから、料理の残量が多い間は変化を検出しにくい為に推定の精度が高くない。また、摂食することによって料理の形状が変化する為に被験者間での推定結果のブレが大きくなった。

4.2.4. 考察

先に述べたように、ADR はある料理を食べる為に必要な摂食回数を予め設定し、その回数と現在の摂食回数から料理残量を推定していた。この方法の利点は、上述の「枝豆」のような個数を数えあげる事が可能な料理であれば、摂食認識精度が高ければほぼ 100%の精度で残量を知ることができる点である。一方、欠点としては、「チャーハン」のように食べ終わるまでの摂食回数が食事者によって異なる物では正確な残量推定が困難である点が挙げられる。この場合、残量推定の精度はどれだけ食べ終え

るまでの摂食回数を正確に予測できるかということと同義である。食事者個人の食事に関する履歴データ(例えば、居酒屋に来店し、前回の来店時と同じ料理を注文した場合、前回その料理を食べ終えるまでに要した摂食回数)を取得できればある程度正確な予測も可能である。しかし、初めての来店客に対応できない点や食事ログを保持する事でプライバシーを侵害する恐れもある為、実現は困難である。

本研究で実装した画像処理による残量推定方法は、Takeda ら[9]のシステムにおける残食画像の識別率 93%に比べると、精度という観点では上述の実験結果が示す通り高水準というわけではない。しかし、「チャーハン」のような食べ終える摂食回数の予測が困難なものに関しても残量の推定が可能のため、残量推定方法としての汎用性が高い。どちらの推定方法も一長一短であるため、今後の課題として、より精度の高い推定方法へと切り替えられるようにする事が考えられる。

表 4 枝豆における残量推定(%)
Table 4 Estimated food remains for green soybeans (%)

システムが推定した残量	被験者 A の実測結果	被験者 B の実測結果	被験者 C の実測結果	被験者平均
75%	60.0(57.1)	60.0(64.3)	75.0(78.6)	65.0(66.7)
50%	40.0(42.9)	40.0(42.9)	35.0(47.1)	38.3(44.3)
25%	10.0(14.3)	20.0(28.6)	10.0(21.4)	13.3(21.4)
5%	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

注：()外が残存個数から残量を%表記したもの。
()内は重量比による実測残量。

表 5 チャーハンにおける残量推定(%)
Table 5 Estimated food remains for fried rice (%)

システムが推定した残量	被験者 A の実測結果	被験者 B の実測結果	被験者 C の実測結果	被験者平均
75%	53.3	62.7	73.3	63.1
50%	46.7	40.0	60.0	48.9
25%	30.7	20.0	37.3	29.3
5%	5.3	1.3	9.3	5.3

5. 関連研究

本研究が対象としている食事場面に関する研究には、inamo[10]等の食卓コーディネートを始め、家庭での調理支援[11]や栄養管理[12]などが見られる。

また、食卓におけるコミュニケーション支援として、天野らの六の膳がある。食卓上の皿の上に携帯電話で撮影した画像を投影する事によって食事時における話題提供を行うシステムである[13]。この研究では、本研究の様に食事行動の認識はしておらず、特に食事状況と投影される写真には関係性が無い。

本研究と同様に食事行動の認識を行っている研究も多い。Chang らは、食卓に RFID と重量センサの 2 種類のセンサを組み込んだシステムを開発している[6]。彼らの研究では、複数ユーザにおける食事を想定しており、食事において何をどのくらい食べたかをセンサ情報から認識する事が出来る。しかし、料理重量の計測には重量センサの存在が不可欠であり、Chang らのシステムのようにテーブルに重量センサを組み込んだ特殊な食卓を用意する必要がある。そのため、正確な認識が可能である一方、実際の食事場面において活用する事を考えるとその導入コストは高い。本研究は、一般に浸透しつつあり、導入コストが低いカメラだけを用いて食事の認識を行う点で彼らの研究とは異なる。

本研究と同様にカメラを使用し画像処理によって食事を認識しようという試みは、いくつかある。その 1 つに森らの研究がある[7]。森らは、拡張現実食卓における彩りと物語の調理システムというものを開発している。調理者が食事における食材の調理の他に、皿の柄のデザインや食べる人へのメッセージ、食べている間に変化していく要素などをデザインすることができる。また、それに関連して食事状況の認識として、皿の位置検出、皿の種類の識別、料理残量の認識を画像処理によって実現している。森らの研究と本研究における食事状況認識の方法には共通点も多く、皿の種類の識別、料理残量の認識では同様の方法を用いている。森らは、皿の位置検出方法として Hough 変換を用いた円形抽出を使用しているが、本研究では、色情報のみを用いて皿の位置を検出している点で森らの研究とは異なる。

また Takeda らは、病院内の院内食事の摂取量を食事前と食事後の写真を比較する事で計測するシステムを開発している[9]。Takeda らのシステムは光学的に撮影環境が調整された専用の機器に皿を入れ、食事の前と後の写真を撮るシステムである。画像認識という点では同じであるが、機器に皿を入れる為、食事中にリアルタイムで摂食行動を認識する事が出来ないという点に違いがある。

6. まとめ

本研究では、実世界の人の活動である食事という実体物の操作を対象として、その履歴を活用することで新たな情報サービスが成立する事を示した。提案システム Future Dining Table(FDT)は、ユーザの食事状況を判断し、それに基づきリアルタイムで追加料理の推薦を行う。この事により、多くの料理がありながら人手不足などで十分なお勧めサービスが難しい居酒屋などへの適用が考えられる。

提案システム FDT による摂食行動認識の精度を検証した。その結果、認識率は 85% 以上であり、実用上十分な精度で摂食行動を認識する事が出来た事がわかった。次に、料理残量の推定精度を検証した。その結果、推定残量と実測残量の差は最大 10%前後であった。

謝辞 本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究(C)「豊かな食生活のための会食支援システムの開発研究」(22500104)による。

参考文献

- 1) 瀬戸優貴, 野口康人, 登坂 繭, 井上智雄, 実物体履歴による食事状況の認識に基づく追加品目推薦システムの開発, 電子情報通信学会研究報告, Vol.107, No.554, pp.55-60, 2008.
- 2) 瀬戸優貴, 松坂要佐, 井上智雄, 追加品目推薦システム Another Dish Recommender における実時間食事状況認識, 情報処理学会研究報告, Vol.2009, No.3, pp.1-6, (第 70 回グループウェアとネットワークサービス研究会, 2008-GN-70(1)).
- 3) Imura, “ラベリングクラス”. (online), 入手先 <<http://oshiro.bpe.es.osaka-u.ac.jp/people/staff/imura/products/labeling/>>, (参照 2010-10-20)
- 4) Yujie Dong, Adam Hoover, Eric Muth, "A Device for Detecting and Counting Bites of Food Taken by a Person during Eating," bibm, pp.265-268, 2009 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine, 2009.
- 5) 川嶋稔夫, 谷村泰苗, 光藤雄一. “センシングトレイと ID ウェアを用いた摂食モニタリングシステム”. 電子情報通信学会技術研究報告 福祉情報工学. 電子情報通信学会, 2006, Vol.106, No.285, p.61-66.
- 6) K. Chang, S. Liu, H. Chu, J. Hsu, C. Chen, T. Lin, C. Chen, and P. Huang. The diet-aware dining table: Observing dietary behaviors over a tabletop surface. Proceedings of Pervasive Computing - 4th International Conference, pages 366–382, May 2006.
- 7) 森麻紀, 栗原一貴, 塚田浩二, 椎尾一郎, “拡張現実食卓における彩りと物語の調理システム”, 第 16 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 (wiss2008), 日本ソフトウェア科学会研究会資料シリーズ, No.58, pp.57-62, Nov.2008.
- 8) 瀬戸優貴, 井上智雄, 料理推薦システムのための料理推薦方法の検討, 電子情報通信学会 2009 年度 HCG シンポジウム, C5-1.
- 9) F. Takeda, K. Kumada and M. Takara, “Dish extraction method with neural network for food intake measuring system on medical use”, in Proceedings of IEEE International Symposium on Computational Intelligence for Measurement Systems and Applications, July 2003, pp.56-59.
- 10) inamo restaurant. “inamo restaurant, Soho, London - interactive oriental fusion restaurant and bar”. (online), 入手先 <<http://www.inamo-restaurant.com/>>, (参照 2009-05-10)
- 11) 石田裕美, 辻村由美, 村上進, 由田克士, “P1055 社員食堂における, 非接触 IC カード「フェリカ」を使った食事・健康アドバイスシステムの開発とその有用性 第 2 報(一般演題:ポスター, 地方の時代の産業保健, 第 79 回日本産業衛生学会)”, 産業衛生学雑誌, vol.48, pp.581, May.2006.
- 12) 山肩洋子, 船富卓哉, 上田博唯, 辻秀典, 美濃導彦, 中内靖, 宮脇健三郎, 中村裕一, 椎尾一郎, “料理を作る(小特集:生活に役立つメディア処理-料理行動を科学する-)”, 電子情報通信学会誌, vol.93, no.1, pp.39-47, 2010.
- 13) 天野健太, 西本一志, “六の膳:食卓コミュニケーション支援システム”, インタラクショ ン 2004 論文集, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol.2004, No.5, pp.43-44, 2004.