

食事支援ロボットのための形状モデルを用いた皿上の料理位置推測

若林 勲[†], 遠藤直弥[†], 佐々木健翔[†], 早瀬光浩[†], 加藤央昌[‡], 清水 優[†]

中京大学[†], 無所属[‡]

1. はじめに

近年, 食事支援ロボットなどの医療・福祉ロボットの開発が盛んである. 具体例として, Rehab Robotics 社の HANDY1[1]やセコム社のマイスプーン[2]のようなロボットが開発されている. しかし, これらの食事支援システムでは, 食器を認識対象としており, 取りこぼしや, 食器の空振りによる, 食べ物把持の不確実性を十分に考慮していない.

また, 料理認識の研究として, 局所特徴量に注目した認識成果[3]はあるが, 食事シーンにおいて変化していく料理の位置を推測する研究は行われていない.

そこで, 本稿では食事支援ロボットのための料理位置の推測方法を提案する. 提案する方法では, 筆者らの研究室で提唱している形状モデルを使用し, 入力画像と形状モデルをマッチングさせ, 料理の位置推測を行う.

2. 形状モデルを用いた料理の位置推測

本システムは, 入力画像に画像処理を施し, 形状モデルとのマッチングを行い, 料理位置を推測する.

2.1 形状モデルの構成

形状モデルは基本形状となる図形とその運動列から構成される. 運動は, 拡大, 縮小, 回転などを離散化して作用する. 形状と運動列をネットワークで構成する. Fig.1 に形状モデルの概念図を示す.

本研究では, 楕円と長方形のモデルを基本形状とした. 構成は, Table.1 の通りである.

2.2 皿の認識

卓上に設置したカメラから取得した入力画像 (Fig. 2(a)) を白色差画像 (Fig. 2(b)) に変換する. 白色差画像への変換方法は, 任意の画素 (Rx,Gx,Bx) と白(255,255,255)との距離 D を Eq.1 で求め, Eq.2 にて正規化した値 Di を用いた.

$$D = \sqrt{(255 - Rx)^2 + (255 - Gx)^2 + (255 - Bx)^2} \quad \dots (1)$$

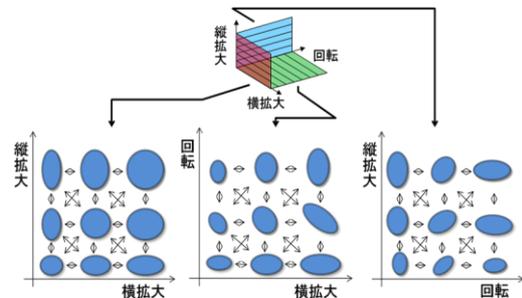


Fig.1 Conceptual diagram of shapes models.

Table.1 Shapes model configurations.

	長方形	楕円
1辺の長さの最小	10[pixel]	
1辺の長さの最大	80[pixel]	
減数単位	5[pixel]	
最小面積	100[pixel]	52[pixel]
最大面積	6,400[pixel]	4,874[pixel]
総数	8,100[個]	
回転角度	5°	

$$Di = \left(1 - \frac{D}{\sqrt{3 \times 255^2}} \right) \times 255 \quad \dots \dots \dots (2)$$

次に, 白色差画像に対して判別分析法を用いた2値化を行う (Fig. 2(c)).

続いて, 2値化画像に穴埋め処理を行う. ここでは, 黒成分に注目して, ラベリング処理を行い, 背景を最大面積ラベルと仮定し, 背景以外の部分の黒成分を埋める処理を行う.

その穴埋め画像に対して, ラベリング処理を施し, ラベル毎に皿の重心と面積を算出し, マッチングを行う.

マッチ率 R は Eq.3 を用いて求める. $S(x)$ を x の面積とし, f を対象画像, m をモデル画像とする.

皿の認識結果を Fig. 2(d) に示す.

$$R = \frac{S(m \cap f)}{S(m)} \times 100 \quad \dots \dots \dots (3)$$

2.3 料理の位置推測

Fig. 2(c) のように皿の中に穴が空いた2値化画像の穴の部分料理と仮定し処理を行う.

まず, ノイズ除去を行い, 穴の部分料理領

Position Estimation of Foods on Plate Using Shape Model for Assistive Robots
[†]Isao WAKABAYASHI, Naoya ENDO, Kensho SASAKI, Mitsuhiro HAYASE, Masaru SHIMIZU · Chukyo-University
[‡]Hiroaki KATO · Non-Affiliation

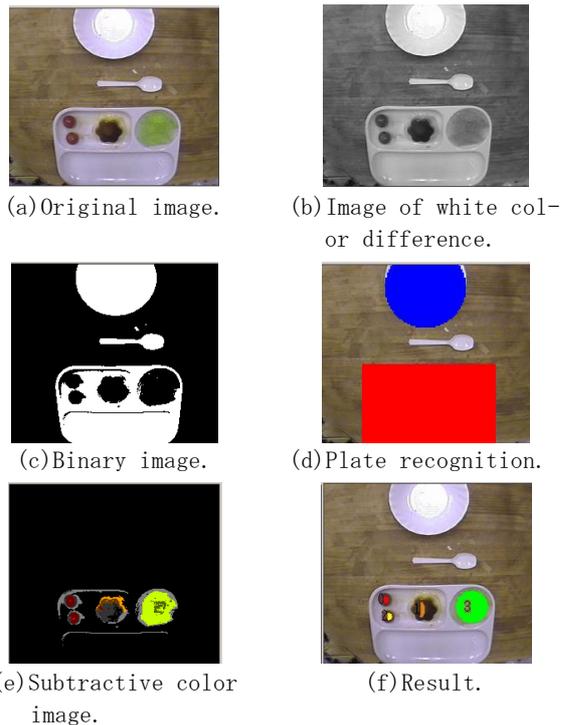


Fig.2 Method for position estimation of foods on plate.

域部分として抽出し、減色処理を行う。

減色処理は、RGB 画像から HSL 色空間に変換し、 H を 30° ずつの 12 色に区切り、 $S \leq 0.15$ の場合は、灰色とし、 $L > 0.85$ の場合は白、 $L < 0.15$ の場合は黒とした。本研究では、白と黒を除く、13 色で食べ物の減色を行った (Fig.2(e))。減色画像にラベリングを行い、それぞれの重心を求め、形状モデルマッチングを行う。

マッチングには皿と同じ面積マッチングを使用した。皿の中に複数の色がある場合は、全ての領域について、マッチングを行う。

料理の位置推測結果を Fig.2(f) に示す。

3. 実験結果

実験は、一般的な照明条件下で撮影した画像を入力画像として行った。Fig.3 に料理の位置推測結果を示す。

Fig.3(a) は、1つの皿に二つのいなり寿司があり、各領域に対して最適なモデルがマッチしている。Fig.3(b) は、一つの皿にプリンとプチトマトがあり、プリンにもプチトマトのような小さい領域でもモデルがマッチしている。

Fig.3(c) は、二つの皿の片方にはいなり寿司、もう片方にはタイ焼きがあり、それぞれの料理の領域にモデルがマッチしている。Fig.3(d) は、二つの皿にラーメンとサラダがあり、ラーメン

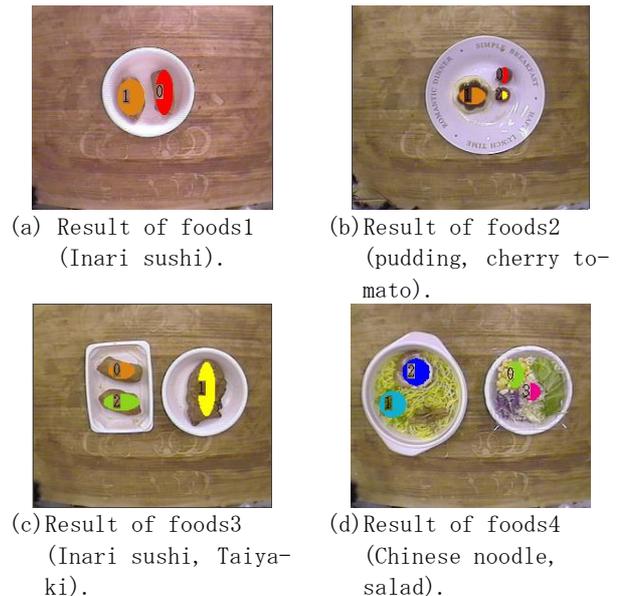


Fig.3 Result of Position of foods on plate.

はチャーシューやネギなどの色の固まっている領域についてはモデルがマッチしたが、麺はマッチしなかった。サラダについても、コーンや鶏肉などの色のまとまっている領域についてはモデルがマッチしたが、キャベツはマッチしなかった。この麺とキャベツが取れなかった理由として、ノイズ除去の段階で多くのノイズが残ってしまったことと、皿の領域を間違えて料理と認識しないように料理の減色処理では白色の考慮をしていないため、まとまった色領域が取れなかったと考えられる。

4. おわりに

本稿では、食事支援ロボットのための形状モデルを用いた皿上の料理位置推測手法を提案した。

実験結果より、減色処理によりまとまった領域が得られる料理の位置推測ができることを示した。まとまった色領域のない料理に対しては、ノイズ除去の改良や料理の部分の白色の考慮などで認識できると考えられる。

さらに、音声指示とアームロボットによるすくい上げ動作実験を行った。その結果、音声で指示した食べ物をすくい上げることに成功した。

今後、施設などで実用可能か検証したい。

参考文献

- [1]M.Whittaker: Proc. RESNA Int.'92, pp.589-594 1992.
- [2]石井: 日本ロボット学会誌, Vol.21, No.4, 2003.
- [3]Shulin Yang, et al.: Proc. of CVPR2010, pp.2249-2256, 2010.