

盛り付け支援のための料理と器の関係性の分析

色ヒストグラムに着目した特徴分析

福元 颯[†] 松下 光範[†] 山西 良典[†]

[†] 関西大学総合情報学研究科 〒569-1095 高槻市霊仙寺町2丁目1番1号

E-mail: [†]{k179992,ryama}@kansai-u.ac.jp, ^{††}mat@res.kutc.kansai-u.ac.jp

あらまし 食事の魅力は美味しさや料理自体の見た目など調理の出来のみならず、盛り付けや食器の選択などの提供方法との組み合わせによって形成される。特に提供方法においては、器は見栄えの評価に大きな影響を与える。しかし、器の選択では見栄えだけでなく、料理の形状や性質との適合性を考慮しなければならず、最適な器は自身が料理を振る舞う相手、行事などの状況・背景や用途などの食事のコンテキストにも依存する。そのため、料理に対する知識や経験が少ない人にとっては難しい課題である。そこで、料理と器の関係性を分析し、盛り付けに関する知識や経験を有していない調理者への器の選択支援を目指す。その端緒として、本稿では料理と器の調和に着目し、料理と器それぞれの領域とその色ヒストグラムとの関係について調査する。

キーワード ヒストグラム, 器のデータセット, 料理画像, 盛り付け, 食メディア

Analysis of Relationship between Dishes and Foods

towards Serving and Arrangement Support

a feature analysis focusing on color histograms

Hayate FUKUMOTO[†], Mitsunori MATSUSHITA[†], and Ryosuke YAMANISHI[†]

[†] Faculty of Informatics, Kansai University 2-1-1, Ryozenji-cho, Takatsuki-shi, Osaka 569-1095, Japan

E-mail: [†]{k179992,ryama}@kansai-u.ac.jp, ^{††}mat@res.kutc.kansai-u.ac.jp

Abstract This paper investigate relationship between foods and plates based on each color histogram and its area. The goal of this research is to support selecting appropriate plates at everyday diet for people with a lack of aesthetic sense based on knowledge and experience in cooking. To meet this goal, we focused on if there is any sort of relationship between foods and plates. Attractive diet is composed of combinations of cooking quality and its way to serve such as food-plating and plate-selection. Specifically, plates are influential factor to make people feel how the dishes visually attractive in serve process. However, selecting attractive plate is quite difficult for the people who do not have the basics. It is necessary to think of contexts such as situation and background when or to who we serve meals, not only visual attractiveness and characteristics of each food. As an investigation result, the shape and the material of plate is considerable to analyze of the relationships between foods and plates.

Keywords Histogram, Plate dataset, Food image, Food-plating, Food media

1. はじめに

食事の魅力は、美味しさや見た目や食事を行う環境などの要素によって構成される。食事の見た目に関しては、自身が作成した料理を SNS に投稿することが一般的になっており、料理の盛り付けなどの見栄えに対する反響やニーズが大きい。食事の見栄えにおいて、器の選択は大きな影響を与える。器は、性質

や形状が様々であり、料理をのせる以上の役割を持っている。例えば、「カレー」と「カレー丼」の違いに着目すると、カレーはスパイスを味わう料理であることに対し、カレー丼は出汁でルーを伸ばして味わうというように、味わい方の異なる料理である。しかし、味わい方までを理解していなくても、これらの料理は異なるものであると認識されている。これは、器が与えている印象が大きい。一般的にカレーは皿に、カレー丼は丼に

表1 器の属性における機能的側面と美的側面の対応表

属性	機能的側面	美的側面
サイズ	○	△
タイプ	○	△
材質	○	△
色	X	○
模様	X	○

盛り付けることで別の料理として提供される。このように、類似した料理を決定づける役割を器が担っている場合がある。

器にはサイズ、形状、素材、色、模様などの属性があることから器の選択は複雑化する。器のサイズは料理だけでなく、状況にも依存する。例えば、イベントなど大人数で食事をする状況においては大きな器が選択され、そこに数種類の料理が盛り付けられることが多い。形状については、円形以外に楕円形や台形などの器が存在し、盛り付け方法が通常と異なる場合がある。素材には陶磁器、木製品、ガラス、プラスチックなどがあり、食事を振る舞う相手や状況において適切な素材の器を選択しなければならない場合がある。器の色や模様は料理との相性を個人の美的感覚で選択することが求められる。このように、器の選択は料理の形状や性質との適合性以外に、料理を振る舞う相手、行事などの状況・背景などの食事のコンテキストを考慮しなければならない。そのため、料理に関する知識の少ない人にとっては、料理に対する器の選択が困難な場合がある。

こうした背景の下、本研究では料理と器の関係性を分析することで、盛り付けに関する知識を有していない調理者への器の選択支援を目指す。本稿では、その端緒として料理と器の色彩調和に着目し、食事画像の料理と器の領域を分割したデータセットを人手で作成し、それぞれのヒストグラムから関係性を分析した。

2. 関連研究

魅力的な食事には、料理、食器や環境など複数の要因が影響する。そのため、それぞれの関係性を分析・整理することで、食事の魅力への理解に繋がると考える。本研究では、様々な要因の内、視覚的特徴に着目し食事の主要な要素となる料理と器の関係性を明らかにすることを試みる。

本章では、従来から行われている食事の魅力に関する研究と食事画像の物体認識に関する研究を紹介する。食事の魅力に関する研究では、各研究において食事の魅力がどのように評価されているのかを概観する。食事画像の物体認識に関する研究では、料理と器の関係性の分析においては、料理と器を二分して考える必要があるため、その分離方法について概観する。

2.1 食事の魅力

魅力的な食事は、料理の美味しさや提供方法の印象など様々な要因が影響する。画像処理における食事の魅力の評価に関する研究として、魅力的な料理写真を撮影する支援が行われている。Takahashiらは食事全体の印象や主食材の見え方に基づく画像特徴量と料理の魅力度から、回帰分析を用いて、料理写真全体の魅力度を推定する手法を提案した[6]。この研究では、魅

力度は料理領域における色、形状、テクスチャによって推定される。また魅力度評価では、料理を様々な角度から撮影した画像データセットを作成し、被験者実験により各画像の魅力度を付与したものをを用いている。

柿森らは、食事の構図に着目し、簡単な操作で美味しそうな料理写真を撮影できるシステムを提案した[8]。料理の数に合わせて、それぞれの位置、回転角、専有面積、カメラの角度から構図を提案し、スマートフォンからユーザに指示することで、撮影支援を試みている。この研究では被験者実験により、魅力的な料理写真であるかを評価している。

2.2 食事画像の物体認識

食事画像から、料理を認識する研究が盛んに行われている。深層学習を用いた代表的な研究として、Kageyaらは、CNNを用いて食事画像から料理を認識と検知する手法を提案した[3]。代表的な10種類の食事認識にFood-Log[2]を基にしたデータ拡張を行うことで、93%の識別率を達成している。

Wangらは、一つの器に数種類の料理が盛り付けられた混合皿からマルチレベル学習による料理認識手法を提案した[7]。複数の食事データセットから、単一料理をDCNNを用いて学習し、畳み込み層のデータを初期化することで、それを混合皿における料理の認識と検出に応用した。実験では、混合皿のEconomic riceとEconomic beehoonのデータを収集して、システムの有用性を検証した。

3. 器について

前章で述べたとおり、料理自体の認識タスクは盛んに行われている。一般物体認識の研究分野において、背景モデル[9]が着目されており、対象物体の認識には背景情報が重要であることが分かっている。食事における背景情報は、食器と食事環境と定義できる。

食器とは、箸、コップ、容器など食事に用いられる道具や器具のことを指す。特に器は料理とセットで扱われ、料理によって様々な種類の器が食卓に並べられる。様々な種類が存在する器の特徴や性質を器の属性とすると表1のように分類できる。以下では、器の属性についてそれぞれ定義し、概説する。

サイズ 器の大きさ

形状(タイプ) どの料理を盛り付けることを目的としているかによる器の形の違い。

材質 器を構成する素材の主成分。陶磁器ならば衛生的で一定の耐久性がある。金属製には鉄、ステンレス、アルミなどがあり、耐熱性において優れている。

色 器のベースとなる色。食器の内側と外側で配色が異なる場合や、器の部分的に配色が異なる場合がある。

模様 器の表面に施される装飾としての絵や図柄。文化によって様々な種類が存在する。

これらの属性は分類方法によって形式化される。例えば、器は文化によって、洋食器、和食器、中華食器、韓国食器などに分類されることがある。この形式において、洋食器には、ディナープレートやデザートプレート、和食器にはどんぶりや焼き物皿などの種類があり、種類によって器の属性が決まる。しか

表2 データセット概要

調査対象カテゴリ数	10
原画像枚数	20/1 カテゴリ
マスク種類数	3/原画像

し、食文化は個人の創作性によって日々変化することから、器の文化的形式における選択には限界がある。そのため、各属性の性質を考慮して器を選択する方法として機能的側面と美的側面による選択がある。

機能的側面による選択とは、利用目的によって器を選択することである。特に、サイズ、形状、材質は料理の物理的性質に密接に関わっている。そのため、料理の量、種類や温度の情報と器の属性とを紐付けることで、器を選択できる。例えば、洋食器のグラタン皿や中華食器の蒸碗などは、機能的側面として調理工程で調理器具としての役割を持つ。美的側面による選択とは、人の美的感覚によって器を選択することである。この選択によって、食事の印象は大きく変化する。特に、色や模様は料理の色との組み合わせを考慮して器の選択を行うことが多い。しかし、器の選択方法は個人の美的感覚に依存することから、選択の規則性が曖昧である。

料理に関する知識があれば、形状やサイズ感などは機能的側面から料理に対する器の選択が行える。しかし、料理に関しての知識を有していても、美的側面による器の選択は容易ではない。そのため、本研究では美的側面に着目し、料理と器の色の関係について調査する。

4. データセット

料理と器それぞれの領域とその色ヒストグラムの関係を調査するため、食事画像を料理、皿、料理と器に分割したマスク画像のデータセットの構築を行った。マスク処理に使用する白黒2値画像（以下、基準画像）は人手で作成した。

データセットの概要を表2に示す。データセット構築には、UECFood100 [4] の食事画像を使用した。このデータセット内の10カテゴリにおける各20枚の画像を今回の調査の対象とする。対象としたカテゴリを表3に示す。対象の食事画像に対して、料理領域、器領域と料理・器領域の基準画像を用意した。データセットに格納されている対象の食事画像と基準画像を図1に示す。

様々な観点から料理と器の関係性を分析するため、食事のカテゴリの選択には、文化や調理法が異なる食事を選択した。また、パンやたこ焼きなどのように紙やプラスチック製の容器に盛り付けられた画像が頻出するカテゴリについては選択肢から除外した。

4.1 元画像の選定

基準画像のための食事画像選択では、撮影技法、画像加工、食器の有無と器の素材による影響に注意した。

撮影技法では、カメラポジションが対象の食事全体が映る位置から撮影されたものを選択した。このとき、料理がズームされ器がほとんど映っていないものは画像選択から除外した。カメラアングルに関しては、画像中の器の領域が大きくなるよう、

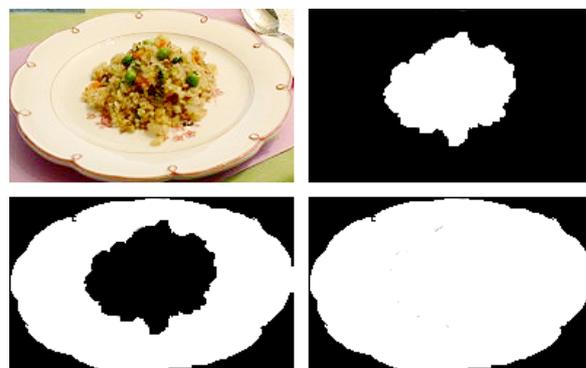


図1 対象の食事画像（左上）、料理領域の基準画像（右上）、器領域の基準画像（左下）、料理・器領域の基準画像（右下）

表3 調査対象とした UECFOOD100 におけるカテゴリ

カテゴリ名	category id	カテゴリ名	category id
ピラフ	3	ラーメン	23
親子丼	4	スパゲッティ	27
カレーライス	6	オムレツ	40
ピピンバ	11	ポテトサラダ	86
天ぷらうどん	21	中華スープ	91

可能な限り真上から撮影されたものを選択した。

画像加工では、画像内に文字情報がある場合やグラデーションフィルタなどの加工が施されている画像が含まれている画像を除外した。

食器の有無では、料理内にフォークやスプーンなどの食器が写り込んでいる画像も含まれている。このような、画像加工がなされている画像や器の中に、スプーンやフォークなどの食器が写り込んだ画像も選択から除外した。

器の素材による影響では、周囲環境が器に反射して本来の器の色とは異なる場合が存在する。これは、ガラスなどの半透明な素材の器に多い。今回の調査では、器自体の色が明確な器を対象とし、それ以外の食器に関しては選択から除外した。

5. 分析と考察

料理と器の関係性を調査するため、4.章で紹介したデータセットを用いて、色ヒストグラムに着目し分析を行った。料理と器を分割するマスク処理はOpenCVを用いて行った。基準画像として、料理、器、料理と器の3種類の画像を用意し、原画像に対してマスク処理を行った。分析にはマスク処理と同様、OpenCVを用いた。料理以外をマスク処理した画像（以下、料理画像）、器以外をマスク処理した画像（以下、器画像）のそれぞれの画像をグレースケールに変換した。料理と器の関係分析のため、料理画像と器画像のヒストグラムを抽出し、抽出した2つのヒストグラムの相関係数（以下、類似度）を算出した。また、料理と器の傾向分析のため、各画像の輝度値（0から255）の中央値を算出した。全料理画像の輝度の平均値は130であり、全器画像の輝度の平均値は154であった。

類似度分析の結果が特徴的であったものについて考察する。類似度の平均が最も高かったものは、「ポテトサラダ」であっ

表4 親子丼における料理画像と器画像の類似度

image id	300	301	303	304	305	314	315	323	327	331	333	336	337	339	343	346	351	354	362	390
類似度	0.75	0.70	-0.64	0.53	0.57	0.88	0.85	0.49	0.45	0.68	0.69	-0.61	-0.22	0.75	-0.30	-0.25	0.60	-0.30	0.05	-0.57



[1] 類似度の高い画像

[2] 類似度の低い画像

図2 親子丼の元画像

た。ポテトサラダの輝度の平均値は168と全体平均より高かった。また、ポテトサラダにおける器の輝度の平均は154と全体平均と変化はなかった。このことから、ポテトサラダ自体の輝度値が高く類似度が高くなったことが分かる。

類似度の分散が大きいのものは、料理と器の関係性に特徴があると仮定し、上記の処理をカテゴリごとの類似度の分散を算出した。その結果、カテゴリの中で分散が最も大きかったものは「親子丼」、2番目に大きかったものは「天ぷらうどん」であった。

類似度分析によって分散が大きかった親子丼を例に上げ、料理と器の関係について考察する。料理と器の類似度が最も高かった4画像と最も低かった4画像を図2に、各画像の類似度を表4に示す。類似度の高い画像では、陶磁器の丼鉢が使用されていることが分かる。また、類似度の低い画像では、輝度の高い漆器が使われていることが分かる。このことから、より濃淡の異なる器を使い分けことが一般的なカテゴリである親子丼の分散が高くなっていると考えられる。また、同じ形状の丼鉢でも、材質が異なることで、ヒストグラムに大きな変化があることから、形状・材質と色の関係性が重要であると考えられる。

6. おわりに

本研究では、料理と器の関係性に着目した色ヒストグラムにおける特徴分析を行った。分析に用いたデータセットは、料理と器の領域分割を人手で行った画像で構築した。分析では、料理と器それぞれのヒストグラム特徴量から類似度を算出した。分析の結果、特徴的であった食事カテゴリの「親子丼」に着目した。料理と器の色の関係には器の属性の中でも、形状と材質が重要であることがわかった。しかし、今回はヒストグラム特徴量をグレースケールの画像から抽出しているため、色彩分析を行うことができなかった。そのため、今後の分析には、データセットの拡張と分析方法の改善が必要である。

本稿におけるデータセット構築は人手で行ったため、幅広いカテゴリやより多くのデータを分析することができない。そのため、データセット構築を自動化し、拡張する必要がある。食

事画像の検出と認識については、CNNを用いた[5]、[3]などがある。データセット構築には、食事画像認識以外に領域分割を行う必要がある。そのため、CNNによる物体認識の中でも、[1]や[7]のようなセマンティックセグメンテーションによる領域分割を応用することで、料理と器の領域分割を行うことが可能であると考えられる。4章で述べた通り、データセット構築で料理に対して斜めや横から撮影した画像を除外した。そのため、器全体の色を分析したわけではないことから、器の形状から食事画像のカメラポジションをクラス分けする必要がある。

ヒストグラムにおける分析では、今回はグレースケールのヒストグラム比較を行った。食事画像の色分析を行っている研究として[6]がある。この研究では、Lab色空間における色頻度を食事画像から抽出している。この研究を応用すれば、色頻度の抽出を行い料理と器の色彩特徴の比較を行うことができる。また、5章の考察で述べた通り、食器の色と材質との関係性が高い。そのため、食事カテゴリごとの器の材質のアノテーションを行い色彩情報と紐付けることで、器の内側と外側で色が異なる場合にも対応できると考えられる。

文 献

- [1] Aguilar, E., Remeseiro, B., Bolaños, M. and Radeva, P.: Grab, Pay, and Eat: Semantic Food Detection for Smart Restaurants, *IEEE Transactions on Multimedia*, Vol. 20, No. 12, pp. 3266–3275 (2018).
- [2] Aizawa, K., Maeda, K., Ogawa, M., Sato, Y., Kasamatsu, M., Waki, K. and Takimoto, H.: Comparative study of the routine daily usability of FoodLog: A smartphone-based food recording tool assisted by image retrieval, *Journal of diabetes science and technology*, Vol. 8, No. 2, pp. 203–208 (2014).
- [3] Kagaya, H., Aizawa, K. and Ogawa, M.: Food Detection and Recognition Using Convolutional Neural Network, *Proc. of 22nd ACM International Conference on Multimedia*, p. 1085–1088 (2014).
- [4] Matsuda, Y., Hoashi, H. and Yanai, K.: Recognition of Multiple-Food Images by Detecting Candidate Regions, *Proc. of IEEE International Conference on Multimedia and Expo* (2012).
- [5] Ng, Y. S., Xue, W., Wang, W. and Qi, P.: Convolutional Neural Networks for Food Image Recognition: An Experimental Study, *Proc. of 5th International Workshop on Multimedia Assisted Dietary Management*, p. 33–41 (2019).
- [6] Takahashi, K., Doman, K., Kawanishi, Y., Hirayama, T., Ide, I., Deguchi, D. and Murase, H.: Estimation of the Attractiveness of Food Photography Focusing on Main Ingredients, *Proc. of 9th Workshop on Multimedia for Cooking and Eating Activities*, p. 1–6 (2017).
- [7] Wang, Y., Chen, J.-j., Ngo, C.-W., Chua, T.-S., Zuo, W. and Ming, Z.: Mixed Dish Recognition through Multi-Label Learning, *Proc. of 11th Workshop on Multimedia for Cooking and Eating Activities*, p. 1–8 (2019).
- [8] 柿森隆生, 岡部誠, 柳井啓司, 尾内理紀夫: 料理写真撮影におけるおいしそうな構図決定および撮影支援モバイルアプリ, *信学技報*, Vol. 115, No. 494, pp. 85–90 (2016).
- [9] 鷺見和彦, 関真規人, 波部斉ほか: 物体検出—背景と検出対象のモデリング—, *情処研報*. CVIM, Vol. 2005, No. 88, pp. 79–98 (2005).