

# 惣菜属性に着目した弁当内配置の魅力度推定

中村 真務<sup>1)</sup>, 道満 恵介<sup>2)</sup>, 川西 康友<sup>1)</sup>, 平山 高嗣<sup>1)</sup>,  
井手 一郎<sup>1)</sup>, 出口 大輔<sup>1)</sup>, 村瀬 洋<sup>1)</sup>

1) 名古屋大学

2) 中京大学

**あらまし:** 本報告では、弁当における献立の盛り付け支援を目的として、弁当の見た目の良さを「魅力度」と定義し、惣菜の弁当内配置の魅力度を推定する手法を提案する。提案手法ではまず、惣菜配置が異なる弁当画像に対して、被験者による選考実験を通して魅力度を付与し、それを目標値とする。次に、得られた目標値に基づいて、惣菜の属性及び配置に基づく特徴ベクトルを用いた学習により、魅力度推定器を構築する。Leave-one-out 法による評価実験の結果、順位相関について提案手法の有効性を確認できた。

## Estimating the attractiveness of a boxed lunch focusing on the attributes of side dishes

Masamu Nakamura<sup>1)</sup>, Keisuke Doman<sup>2)</sup>, Yasutomo Kawanishi<sup>1)</sup>,  
Takatsugu Hirayama<sup>1)</sup>, Ichiro Ide<sup>1)</sup>, Daisuke Deguchi<sup>1)</sup>, Hiroshi Murase<sup>1)</sup>

1) Nagoya University

2) Chukyo University

**Abstract:** We propose a method for estimating the attractiveness of a boxed lunch in order to support its arrangement. Here, we define the attractiveness as how nice a boxed lunch appears. This research first determines the attractiveness through subjective experiments, and then construct an attractiveness estimator using attributes and the layout of side dishes. Results from an evaluation experiment by a leave-one-out method showed the effectiveness of the proposed method in terms of rank correlation.

### 1. はじめに

近年、高齢化により、自宅に居ながら食品の購入・受け取りができる食品宅配サービスに対する需要が高まっている。そのようなサービスでは、食品そのものの価格だけでなく、利用者の嗜好や健康上の制約などに基づく料理の組み合わせを考慮した多種多様な献立を用意する必要があるが、その際に、食事の満足度に大きく影響する要素である見た目を良くすることは、フードコーディネーターのような専門家の人手の数や人的費用などの問題から必ずしも容易ではない。一般に、このような献立は弁当の形で提供されることが多い。同じ惣菜から構成される献立の弁当画像を図1に例示する。図1(a)よりも図1(b)の方が、主菜である唐揚げが目立つように配置されていることや、ゆでたまごがアクセントになるように配置されていることから見た目が良く盛り付けられており、一

般的に魅力的な弁当であると考えられる。

このように、惣菜の配置を考慮することで、弁当の見た目を良くすることができる。しかし、前述の通り、見た目が良くなるように様々な惣菜を弁当箱に詰めることは必ずしも容易ではない。そのため、弁当の見た目を定量的に評価したいが、そのためには、惣菜配置を変えた弁当の見た目の相違を分析する必要がある。本研究では、弁当の見た目の良さの度合いを「魅力度」と定義し、被験者実験において、「SNS 映え」の度合いとして評価する。

従来も、料理の配置に関する研究は行われている。皿の配置に着目して撮影を支援する研究として、Kakimori らは、食事画像を撮影する際においていしように見える構図を決定する手法を提案している[2]。しかしこの研究では、皿の上の料理の内容については考慮されてないため、料理自体が及ぼす見た目の影響について検討されていない。



図 1 同一の惣菜を含む盛り付け例 ([1]より)

料理画像の魅力に関する研究もある。Takahashiらは、料理の向きと主食材の見えを考慮し、料理画像の魅力度を推定する手法を提案している[3]。また、佐藤らは、料理画像の魅力度を推定するために、選好実験の際に視線情報を測定し、その視線情報から画像特徴量を抽出する領域を決定する手法を提案している[4]。更に、服部らは、食材構成の理解の有無が魅力度及び魅力度推定精度に及ぼす影響を考慮して、撮影角度、ぼかし、スケールに注目し、各々の画像特徴を統合利用して、料理写真の魅力度を推定する手法を提案している[5]。しかし、これらの研究では複数の惣菜を組み合わせた際の魅力度については考慮されていない。

そこで、我々は、1つの容器に惣菜が区切られて盛り付けられている弁当を対象とし、惣菜配置が異なる弁当の魅力度推定手法を提案する。

以降、2節では、弁当の魅力度推定手法を提案する。次に3節では、データセットの構築方法とデータセット中の各画像に付与する魅力度を算出するための被験者実験について述べる。4節では、提案手法の有効性を確認するための実験について考察とともに報告する。最後に、5節で、本報告をむすぶ。

## 2. 惣菜属性による弁当内配置の魅力度推定

提案手法は、各惣菜の形状、色、栄養素に関する3つの惣菜属性を組み合わせる特徴とし、惣菜配置の順番にこの特徴を結合することで、惣菜の弁当内配置の特徴を表現する。

図2に提案手法の処理手順を示す。学習段階では、魅力度を付与した弁当画像群から特徴を抽出

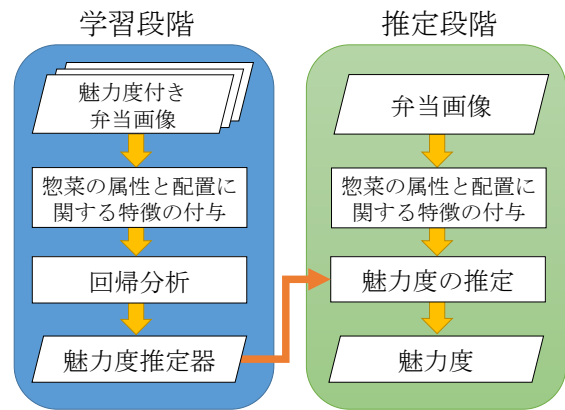


図 2 提案手法の処理手順

して学習することにより、魅力度推定器を構築する。推定段階では、構築した魅力度推定器を用いて魅力度が未知である弁当画像の魅力度を推定する。以降、各段階の詳細について述べる。

### 2.1 惣菜の属性と配置に関する特徴付与

本研究では、各惣菜に対して事前に人手で付与した形状、色、栄養素に関する3つの惣菜属性を2値ベクトルで表し、これらを結合して惣菜毎の特徴を表現する。以降、3つの惣菜属性の特徴表現とそれらの結合方法について説明する。

#### 形状特徴 $S_i$

惣菜の形や状態を表す特徴を抽出する。まず、対象とする惣菜の外形の丸さを $S_1$ で表現する。具体的には、食材の形が球や円筒であるか、麺のように表面が滑らかな曲面であるものを外形が丸い惣菜とみなす。次に、惣菜中の食材のばらつき度合いについて、 $S_2, S_3, S_4$ の3段階で表現する( $S_2$ : ばらつき大 $\sim S_4$ : ばらつき小)。具体的には、食材の大きさと数でばらつき度合いを判断する。最後に、惣菜がプラスチック容器などに入っているか否かを $S_5$ で表現する。これにより得た5次元ベクトルを惣菜 $i$ の形状特徴 $S_i$ とする。

$$S_i = (S_1, S_2, S_3, S_4, S_5) \quad (1)$$

$$S_n = \begin{cases} 1 & (\text{特徴に該当}) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (n = 1,2,3,4,5) \quad (2)$$

### 色特徴 $C_i$

色特徴は、白、黒、赤、黄、緑の5色で表現する。具体的には、5色（白、黒、赤、黄、緑）に近い色が、容器を含む惣菜中に含まれるか否かによって判断する。ただし、小さく写っている食材の色については無視する。対象とする惣菜に応じて複数の色が混在することを許して、 $C_1$ から $C_5$ で表現する。これにより得た5次元ベクトルを惣菜 $i$ の色特徴 $C_i$ とする。

$$C_i = (C_1, C_2, C_3, C_4, C_5) \quad (3)$$

$$C_n = \begin{cases} 1 & (\text{特徴に該当}) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (n = 1,2,3,4,5) \quad (4)$$

### 栄養素特徴 $N_i$

栄養素特徴は、農林水産省が公表している食事バランスガイドの3色食品群[6]を参考に3つの特徴で表現する。具体的には、惣菜が栄養素の観点で、たんぱく質系、脂質系、野菜系か否かをそれぞれ $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ で表現する。これにより得た3次元ベクトルを惣菜 $i$ の栄養素特徴 $N_i$ とする。

$$N_i = (N_1, N_2, N_3) \quad (5)$$

$$N_n = \begin{cases} 1 & (\text{特徴に該当}) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (n = 1,2,3) \quad (6)$$

### 特徴の結合

以上のようにして惣菜毎に得られた3つの特徴を結合したものを惣菜特徴 $B_i$ とする。そして、各惣菜特徴を弁当内配置順に結合したものを惣菜配置特徴 $B$ とする。ここで、 $I$ は弁当中に含まれる惣菜の数とする。

$$B_i = (S_i, C_i, N_i) \quad (7)$$

$$B = (B_1, B_2, \dots, B_I) \quad (8)$$

## 2.2 魅力度推定器の構築

2.1節で付与した惣菜配置特徴と、3節で述べる被験者実験により付与した魅力度を用いた回帰により、惣菜の弁当内配置に関する魅力度推定器を構築する。つまり、惣菜配置特徴を説明変数、被験者実験により算出した魅力度を目的変数として回帰モデルを学習する。学習には、Random Forests Regressionを用いる。

## 2.3 魅力度の推定

図2の右側に示す手順にしたがって、惣菜の弁当内配置の魅力度推定を行う。具体的には、入力された弁当画像の惣菜の属性と配置から、2.1節で述べた特徴を付与し、2.2節で構築した魅力度推定器によってその魅力度を推定する。

## 3. 魅力度付き弁当画像データセットの構築

本節では、学習に用いる魅力度付き弁当画像のデータセットの構築方法について述べる。提案手法では、回帰モデルを学習するため、目標値となる各弁当画像の魅力度を求めるためにThurstoneの対比較法[7]を用いる。以降、データセットの構築方法の詳細を述べる。

### 3.1 対象とする惣菜

対象とする惣菜として、実際に販売されている弁当に含まれるものを用いた。主菜として用いたハンバーグと焼き鯖は、それぞれ肉と魚の代表として選択した。また、副菜について合成画像を作成する際に、色や形状、栄養の面で偏らないように選択し、容器に入った副菜については、合成画像の弁当を現実の弁当により近づけるために、容器に入った状態のまま撮影した。

### 3.2 撮影方法

弁当の魅力度を定量化するための被験者実験に用いる惣菜を撮影した。図3に撮影環境の略図を示す。撮影時には、白い紙皿上に惣菜を設置し、照明条件及び撮影角度が一定になるようにした。

### 3.3 画像の合成

被験者実験に用いるための弁当画像を合成する。

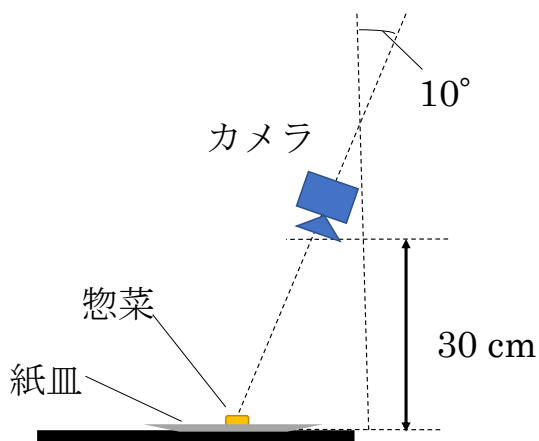


図 3 撮影装置の略図

まず、人手で惣菜画像の前景領域と背景領域を分離した。更に前景領域を切り抜いた画像の輝度を50大きくし、背景領域を透明化した。これは、弁当箱画像に対する輝度の差による違和感をなくすためである。次に、図4のような弁当箱画像を作成した。この弁当箱は左側の2つの領域に上から主菜、主食を、右側の3つの領域に副菜を配置することを想定している。最後に、弁当箱の画像のそれぞれの領域に惣菜画像を埋め込んで図5のような弁当画像を合成した。

### 3.4 Thurstone の一対比較法による魅力度算出

目標値を設定するため、合成したデータセット中の各弁当の画像に対して Thurstone の一対比較法[7]を適用した。人間の感覚を数値化する方法は官能検査と呼ばれる。一対比較法はその1つであり、対比較結果に基づいて複数ある試料間の差を間隔尺度化する手法で、試料間の違いに対する人間の感覚値を安定して評価できることが知られている。

Thurstone の一対比較法による被験者実験の手順はまず、1種類の主菜および3種類の副菜からなる配置を固定した際に得られる6通りの配置からなる弁当画像の組み合わせ  ${}_6C_2 = 15$  通りの画像対を生成する。主菜および副菜の組み合わせを変えた8種類の献立についてこれを用意して、合計  $15 \times 8 = 120$  通りの画像対を生成した。次に、

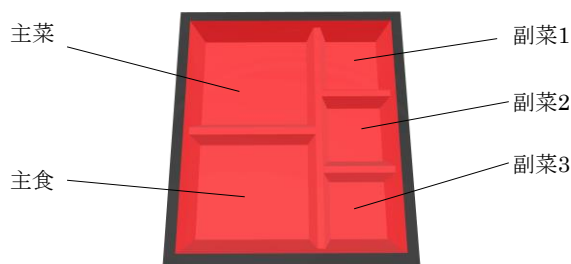


図 4 作成した弁当箱画像



図 5 弁当画像の例

すべての画像対に対して被験者から回答が得られるように対比較を行った。

被験者実験では、被験者に対して120通りの画像対を提示した。被験者は、左右に並べられた異なる配置の弁当画像に対して「SNS映えする方はどちらか」という設問に対して、「左」または「右」と回答し、判断が付かない場合には「分からない」と回答した。20代の男女のべ10名の被験者から、全部で1,200の対比較結果を得た。

最後に、得られた対比較結果に対して、間隔尺度値を求め、最小値が0、最大値が1になるように正規化し、それを各弁当画像の魅力度とした。

## 4. 評価実験

本節では、評価実験により提案手法の有効性について評価する。

### 4.1 実験方法

提案手法では、2.1節で述べた形状、色、栄養素の3つの属性に関する特徴を結合した惣菜特徴を学習することで、弁当内配置の魅力度を推定する。本実験では各特徴の有効性があることを確認するために、形状特徴のみ、色特徴のみ、栄養

表 1 使用特徴毎の推定誤差(MAE) (太字は全特徴中の最小値)

献立	使用特徴						
	全て	形状+色	形状+栄養素	色+栄養素	形状	色	栄養素
1	0.173	0.255	0.228	0.336	<b>0.165</b>	0.318	0.291
2	<b>0.235</b>	0.325	0.253	0.315	0.260	0.372	0.260
3	0.294	0.308	0.290	0.402	<b>0.286</b>	0.438	0.294
4	0.300	0.325	0.257	0.419	<b>0.237</b>	0.422	0.316
5	0.293	0.357	0.353	<b>0.235</b>	0.367	0.264	0.357
6	0.364	0.345	0.338	<b>0.262</b>	0.280	0.301	0.330
7	0.260	0.316	0.235	0.233	0.270	0.230	<b>0.211</b>
8	0.345	0.345	0.346	0.356	0.386	0.402	<b>0.339</b>
平均	0.283	0.322	0.287	0.320	<b>0.281</b>	0.343	0.300

表 2 使用特徴毎の Spearman の順位相関係数(太字は全特徴中の最大値)

献立	使用特徴						
	全て	形状+色	形状+栄養素	色+栄養素	形状	色	栄養素
1	<b>0.89</b>	<b>0.89</b>	0.60	-0.14	0.83	-0.09	0.14
2	0.14	0.09	0.16	0.09	0.16	<b>0.37</b>	0.16
3	<b>0.77</b>	0.71	0.60	0.26	<b>0.77</b>	0.31	0.27
4	0.54	0.54	0.54	-0.43	<b>0.60</b>	-0.94	0.03
5	-0.09	-0.54	-0.26	<b>0.26</b>	-0.26	0.20	0.14
6	<b>0.54</b>	0.26	0.43	0.43	0.47	-0.14	0.09
7	0.31	0.09	0.14	0.60	0.09	<b>0.66</b>	0.61
8	0.54	0.54	<b>0.71</b>	0.41	0.20	-0.14	0.04
平均	<b>0.46</b>	0.32	0.37	0.18	0.36	0.03	0.19

素特徴のみ、3つの特徴のうちの2つからなる特徴  ${}_3C_2 = 3$  つ、3つすべてからなる特徴(提案手法)の全7種類の惣菜特徴を比較する。

推定器の構築と評価は、データセット中の全8献立に関する Leave-one-out 法により行った。学習には、scikit-learn ライブラリ [8] 中の RandomForestRegressor を用いた。その際のパラメータは、random\_state = 2, n\_estimators = 6 とした。評価指標は、Thurstone の一対比較法により算出したデータセット中の弁当の魅力度と推定された魅力度の平均絶対誤差(MAE: Mean Absolute Error)と、データセット中の各献立における弁当の魅力度による順位と推定された魅力

度による順位の相関を表す Spearman の順位相関係数とした。

#### 4.2 実験結果

使用特徴毎の各指標による評価結果を表1と表2に示す。表中の太字の数字は、各献立において最良であった使用特徴の値である。表1から、推定誤差については、提案手法が形状特徴のみを用いた手法とほぼ同等であることが判る。一方、表2から、順位相関については提案手法の有効性を確認した。

#### 4.3 考察

表2より、提案手法は目標値に対してほぼ正の

順位相関があることを確認できた。魅力度が高い惣菜配置を推定するためには、順位相関係数が正であることが望ましいため、3つの特徴を全て用いる提案手法が有効であることを改めて確認した。

また、単一の特徴量のみを用いた場合の MAE に着目すると、形状特徴が3つの特徴を組み合わせた提案手法とほぼ同等の結果を示した。しかし、順位相関係数においては、献立5、献立7、献立8に関して、形状特徴に色特徴と栄養素特徴を追加することで精度が向上しており、このことから提案手法の有効性がうかがえる。

以上より、惣菜の弁当内配置の魅力度推定において、形状、色、栄養素の属性を考慮することについて一定の有効性が示された。ただし、順位相関が高くても、目標値からの誤差が大きいと推定値の信頼性が低いと判断されかねないため、今後、更に推定値の精度を向上させる必要がある。

## 5. むすび

弁当における惣菜配置の決定支援を目的として、惣菜の複数の属性を組み合わせ、その弁当内配置について考慮することにより魅力度を推定する手法を提案した。

具体的には、被験者実験により回帰の目標値となる弁当内配置の魅力度を設定し、惣菜の形状、色、栄養素の3つの属性を表現した特徴を用いて回帰モデルを学習した。評価実験では、3つの特徴の組み合わせである全7種類の惣菜特徴と比較をし、全8献立に関する Leave-one-out 法により評価した。その結果、Spearman の順位相関係数について提案手法の有効性を確認した。

今後は、惣菜特徴の更なる検討と、弁当箱の形状によらない推定方法の検討をしていく。

## 謝辞

本研究の一部は科研費による。また、被験者実験に協力して下さった方々に感謝する。

## 参考文献

[1] “見た目を意識して♪ お弁当が美味しそう

に見える詰め方まとめ”。

<https://matome.naver.jp/odai/2142422656895844501/>. (2018/05/21 参照).

- [2] T. Kakimori, M. Okabe, K. Yanai, R. Onai : “A system to support the amateurs to take a delicious-looking picture of foods,” Proc. SIGGRAPH Asia 2015 Symposium on Mobile Graphics and Interactive Applications, 28 (2015.11)
- [3] K. Takahashi, K. Doman, Y. Kawanishi, T. Hirayama, I. Ide, D. Deguchi, H. Murase : “Estimation of the attractiveness of food photography focusing on main ingredients,” Proc. 9th Workshop on Cooking and Eating Activities in conjunction with IJCAI2017, 1-6 (2017.8)
- [4] 佐藤陽昇, 平山高嗣, 高橋和馬, 道満恵介, 川西康友, 出口大輔, 井手一郎, 出口大輔, 村瀬 洋 : “撮影支援に向けた料理写真の魅力度推定手法の改良—選好実験時の注視領域を反映した特徴抽出—”. 情報処理学会研究報告, 2017-CVIM-207 (-36) (2017. 5)
- [5] 服部竜実, 道満恵介, 井手一郎, 目加田慶人 : “料理写真の魅力度を推定する際の画像特徴に関する定量分析～食材構成の理解が魅力度に及ぼす影響～”. 電子情報通信学会技術研究報告, MVE2017-22 (2017. 9)
- [6] 農林水産省 : “栄養素と食事バランスガイドとの関係”. [http://www.maff.go.jp/j/syokuiku/zissen\\_navi/balance/guide.html](http://www.maff.go.jp/j/syokuiku/zissen_navi/balance/guide.html). (2018/05/21 参照).
- [7] L.L. Thurstone : “Psychophysical analysis,” Am J. Psychol. 38, 368-389 (1927.7)
- [8] F. Pedregosa, G. Varoquaux, A. Gramfort, V. Michel, B. Thirion, O. Grisel, M. Blondel, P. Prettenhofer, R. Weiss, V. Dubourg, J. Vanderplas, A. Passos, D. Cournapeau, M. Brucher, M. Perrot, E. Duchesnay : “scikit-learn : Machine learning in Python,” J. Mach. Learn Res. 12, 2825-2830 (2011.10)

© 2018 by the Virtual Reality Society of Japan ( VRSJ )