

見えに基づく同一料理カテゴリの料理に関する典型度分析

中村 真務[†] 川西 康友[†] 道満 恵介^{††,†} 平山 高嗣^{†††,†} 井手 一郎[†]
出口 大輔^{†††,†} 村瀬 洋[†]

[†] 名古屋大学 大学院情報学研究科 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町

^{††} 中京大学 工学部 〒470-0393 愛知県豊田市貝津町床立 101

^{†††} 名古屋大学 未来社会創造機構 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町

^{††††} 名古屋大学 情報戦略室 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町

E-mail: [†] nakamuram@murase.is.i.nagoya-u.ac.jp, {kawanishi,ide,murase}@i.nagoya-u.ac.jp

^{††} kdoman@sist.chukyo-u.ac.jp, ^{†††} takatsugu.hirayama@nagoya-u.jp, ^{††††} ddeguchi@nagoya-u.jp

あらまし 本報告では、料理レシピ検索支援を目的として、料理カテゴリごとの料理写真の見えに基づく典型度を分析する手法を提案する。典型的な料理とは、その料理カテゴリに頻出する特徴を備えている料理である。用いた食材や調理方法が料理の外見に大きく影響するため、料理の見えは典型度を分析するための一つの重要な要素であると考えられる。そこで本研究では、典型的な料理ほど大量の料理写真中に多く含まれていると仮定し、それらの料理写真から得られる見えの特徴を用いて典型度を分析する。提案手法ではまず料理写真から画像特徴を抽出し、その特徴から料理カテゴリごとに部分空間を構築する。そして、ある料理写真が与えられたとき、構築した部分空間への射影から料理写真の見えに基づいて料理の典型度を計算する。評価実験では部分空間を用いた典型度分析手法により、色に関する画像特徴を用いることの有効性を確認した。

キーワード 典型度分析, 料理写真, 部分空間

Typicality analysis of a food within a food category based on its appearance

Masamu NAKAMURA[†], Yasutomo KAWANISHI[†], Keisuke DOMAN^{††,†}, Takatsugu

HIRAYAMA^{†††,†}, Ichiro IDE[†], Daisuke DEGUCHI^{†††,†}, and Hiroshi MURASE[†]

[†] Graduate School of Informatics, Nagoya University

Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi, 464-8601 Japan

^{††} School of Engineering, Chukyo University

101 Tokodachi, Kaizu-cho, Toyota-shi, Aichi, 470-0393 Japan

^{†††} Institutes of Innovation for Future Society, Nagoya University

Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi, 464-8601 Japan

^{††††} Information Strategy Office, Nagoya University

Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi, 464-8601 Japan

E-mail: [†] nakamuram@murase.is.i.nagoya-u.ac.jp, {kawanishi,ide,murase}@i.nagoya-u.ac.jp

^{††} kdoman@sist.chukyo-u.ac.jp, ^{†††} takatsugu.hirayama@nagoya-u.jp, ^{††††} ddeguchi@nagoya-u.jp

Abstract We propose a method to analyze the typicality of a food within its food category based on its appearance for supporting cooking recipe search. A typical food is a food which shares common features of a food category such as ingredients and cooking methods. The appearance of a food is one of the important factors to analyze typicality, since it is affected by its ingredients and cooking methods. Therefore, in this research, we analyze the typicality of a food by referring to the appearance of a large number of food photos assuming that most of them are typical ones. Under the assumption, the proposed method first extracts image features from food photos, and then builds a subspace for each food category. Given a food photo, the method calculates the typicality of its appearance by projecting it on to the corresponding subspace. Evaluation results showed the effectiveness of using color features for the typicality analysis.

Key words Typicality analysis, food photo, subspace

1. はじめに

近年、インターネット上の Consumer Generated Media の普及により投稿型料理レシピサイトが増加している。例えば、クックパッド^(注1)では約 310 万件、楽天レシピ^(注2)では約 170 万件の料理レシピが投稿されており、多くの利用者がいる。利用者は、料理の作り方を調べることや、参考にするを目的として料理レシピサイトを利用する。料理レシピ検索では、どのような料理を作りたいかが明確に決まっている利用者がある一方で、検索する料理の大まかな種類を決めて検索し、その検索結果からどのような料理レシピがあるかを調べる利用者もいる。後者の場合には、料理レシピに付属する料理写真のような直感的に捉えやすい情報をもとに料理レシピを選ぶと考えられる。しかし、膨大な検索候補から直感に合った料理レシピを探すのは困難であるため、検索候補の絞り込みが必要である。

料理レシピ検索に関しては、様々な研究が行われている [1]。

横井らは、食材の組み合わせに関する料理レシピの典型度を分析し、適切な典型度の料理レシピを推薦する手法を提案した [2]。この手法では、料理レシピの食材リストを数値化した特徴ベクトルを用いて、料理の種類で分類された料理カテゴリごとに部分空間を構築することで典型度を計算する。この部分空間はその料理カテゴリの典型的な食材の組み合わせを表現することができる。しかし、直感に合った料理を探すためには料理の見た目が重要であるのに対し、この研究では料理の見た目に関して考慮されていない。

料理の見た目を定量的に評価する研究も行われている。高橋らは、料理の向きと主食材の見えを考慮した画像特徴を用いて、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、あらかじめ大規模データセットで学習された CNN モデルに対して料理画像を用いて転移学習することで、End-to-End に料理画像の魅力度を推定する手法を提案している [4]。これらの先行研究から、画像特徴を用いた料理写真の定量的評価は有効であると考えられる。

以上のような背景から、本報告では「ラーメン」や「ハンバーグ」といった料理の種類を表す料理カテゴリごとに、料理写真の見えに基づいて料理の典型度を分析する手法を提案する。典型度分析では、横井らの手法 [2] をもとに、料理カテゴリごとの部分空間を構築し、その部分空間を用いて料理の典型度を定義する。

2. 料理写真に基づく料理の典型度分析手法

本節では料理写真を分析し、料理カテゴリにおける典型度を計算する。図 1 に本論文の提案手法の手順を示す。以下、各処理について説明する。

2.1 画像特徴抽出

料理写真は被写体である料理以外にも、箸やテーブルなど周囲の事物が写り込むことが多い。料理そのものの典型度を分析

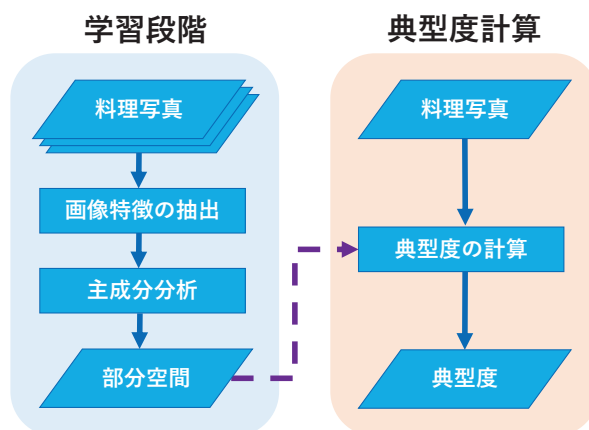


図 1: 提案手法の処理手順。



図 2: 料理写真の切り抜きと拡張。

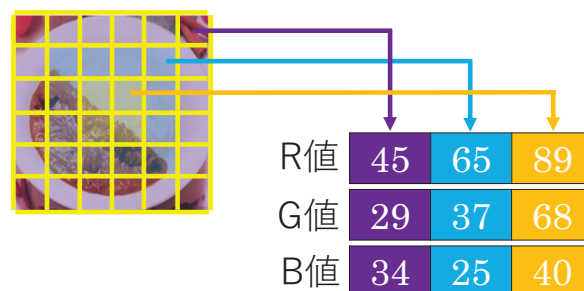


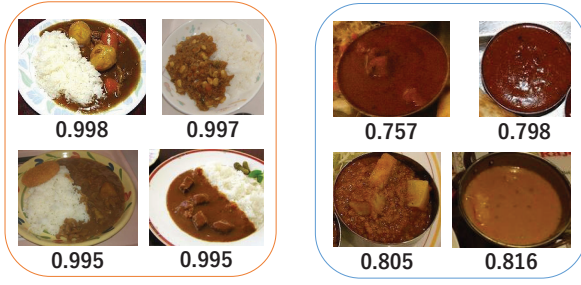
図 3: $L = 6$ の場合の画像特徴抽出。

する際には、そのような背景領域に写った事物を除去する必要がある。そこでまず、料理写真から料理領域を切り抜くことで、不要な背景領域を除去する。次に、切り抜いた料理領域から抽出する特徴の次元数を一定にするために、 $L \times L$ 画素に拡張する (ただし、 $L = 2n$, $n \in \mathbb{N}$ とし、ここでは $L = 224$ とする)。ここまでの処理の様子を図 2 に示す。

料理写真の特徴は、料理の色が特に重要となるため、画像の RGB 値に基づいて記述する。また、撮影の方向による影響をなくすために、回転不変な特徴表現にする。ここでは、図 3 に示すように、画素単位で正方形に分割した領域の RGB 値の平均値を画像特徴として用いる。具体的には、次式に従い画像特徴 $\mathbf{x} = (\mathbf{x}_R, \mathbf{x}_G, \mathbf{x}_B)^T$ (ただし、 $\mathbf{x}_R = (x_{R_1}, x_{R_2}, \dots, x_{R_{L/2}})$, $\mathbf{x}_G = (x_{G_1}, x_{G_2}, \dots, x_{G_{L/2}})$, $\mathbf{x}_B = (x_{B_1}, x_{B_2}, \dots, x_{B_{L/2}})$) を抽出する。

(注1) : <http://cookpad.com/>

(注2) : <http://recipe.rakuten.co.jp/>



(a) 典型度上位 4 件 (b) 典型度下位 4 件

図 4: 「beef curry」の典型度分析.

$$x_{R_i} = \frac{1}{N_i} \sum_{k=i}^{L-i} (r_{i,k} + r_{L-i+1,k+1} + r_{k,L-i+1} + r_{k+1,i}) \quad (1)$$

$$x_{G_i} = \frac{1}{N_i} \sum_{k=i}^{L-i} (g_{i,k} + g_{L-i+1,k+1} + g_{k,L-i+1} + g_{k+1,i}) \quad (2)$$

$$x_{B_i} = \frac{1}{N_i} \sum_{k=i}^{L-i} (b_{i,k} + b_{L-i+1,k+1} + b_{k,L-i+1} + b_{k+1,i}) \quad (3)$$

$$N_i = 4L - 8i + 4 \quad (4)$$

ここで $r_{i,j}$, $g_{i,j}$, $b_{i,j}$ はそれぞれ、切り抜き及び拡張後の料理写真の i 列 j 行目の RGB 値である.

2.2 部分空間の構築

各料理カテゴリにおいて、画像特徴の集合の主成分分析をして部分空間を構築する. 主成分分析の結果求められる固有ベクトルのうち、大きい固有値に対応する固有ベクトルは、その料理カテゴリにおいて料理間の分散が大きい主成分である. 画像特徴 \mathbf{x} から、対応する固有値が大きい順に固有ベクトルを順番に m 列並べた行列 \mathbf{E} により、次式にしたがって部分空間へ射影したベクトル \mathbf{x}^* を得る.

$$\mathbf{x}^* = \mathbf{E}\mathbf{E}^T\mathbf{x} \quad (5)$$

画像特徴 \mathbf{x} がその料理カテゴリ内の画像特徴に対して典型的であるほど、部分空間へ射影したベクトル \mathbf{x}^* の大きさ $\|\mathbf{x}^*\|$ は大きくなる.

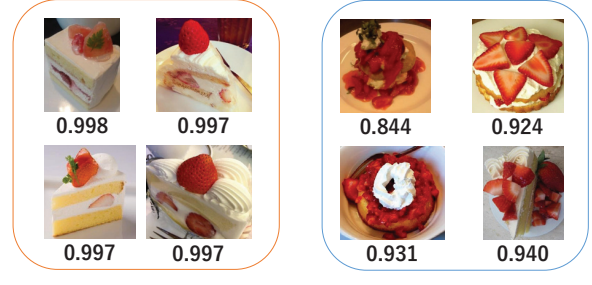
2.3 典型度の計算

典型度を画像特徴の部分空間への射影の L2 ノルムとして計算する. まず入力された料理写真の画像特徴を \mathbf{x} とする. 最終的に計算される典型度の範囲を $[0, 1]$ とするために、画像特徴 \mathbf{x} の L2 ノルムが 1 となるように正規化したものを $\tilde{\mathbf{x}}$ とする.

$$\tilde{\mathbf{x}} = \frac{\mathbf{x}}{\|\mathbf{x}\|} \quad (6)$$

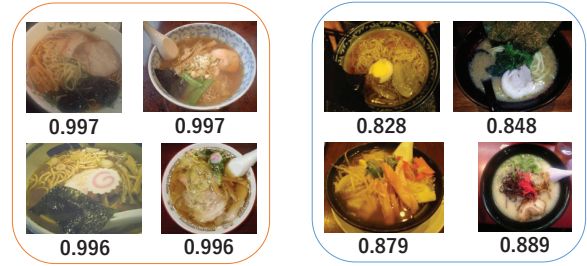
前節で得た固有ベクトルを m 列並べた行列 \mathbf{E} を用いて、式 (5) にしたがって $\tilde{\mathbf{x}}$ の部分空間への射影 $\tilde{\mathbf{x}}^*$ を計算する. この射影の L2 ノルムを典型度 $T(\mathbf{x})$ とする.

$$T(\mathbf{x}) = \|\tilde{\mathbf{x}}^*\| = \|\mathbf{E}\mathbf{E}^T\tilde{\mathbf{x}}\| = \frac{\|\mathbf{E}\mathbf{E}^T\mathbf{x}\|}{\|\mathbf{x}\|} \quad (7)$$



(a) 典型度上位 4 件 (b) 典型度下位 4 件

図 5: 「shortcake」の典型度分析.



(a) 典型度上位 4 件 (b) 典型度下位 4 件

図 6: 「ramen noodle」の典型度分析.

3. 評価実験

本節では、実際に料理写真の見えの典型度を計算し、それぞれの料理カテゴリ内で典型度が高いものと低いものを比較し評価する.

3.1 実験方法

本実験では、料理写真に基づく部分空間を用いた典型度分析が、料理写真に対して有効であるかを確認する. データセットには、UECFood256 [5] を用いる. このデータセットは、256 種類の料理カテゴリごとに、料理領域を示した矩形が付与された約 100 枚の料理写真からなる. 本実験では、米類と麺類、菓子類の代表として「beef curry」, 「shortcake」, 「ramen noodle」の 3 つの料理カテゴリを用いる. また、料理領域は、付与された矩形を用いて切り抜いた.

3.2 実験結果

「beef curry」, 「shortcake」, 「ramen noodle」の 3 つのカテゴリそれぞれの典型度分析結果を、図 4, 図 5, 図 6 に示す. 図中の数字は、その上にある料理写真の見えに基づく料理の典型度である. まず、図 4 の「beef curry」では、ライスの有無が典型度に影響を与える結果となった. また、図 5 から確認できるように、「shortcake」のいちごの数や、ケーキの形状の影響により典型度が変化する結果となった. 「ramen noodle」については、図 6 から分かる通り、トッピングの具の種類だけでなく、器の色も典型度に影響を与える結果となった.

3.3 考察

実験結果から分かるように、「beef curry」と「shortcake」はそれぞれ、ライスの色といちごの色による影響が大きく見られ

た. ライスの有無やいちごの数は, 料理の見た目に関する要素であるため, 典型度分析には色に関する画像特徴が有効であると考えられる. 一方, 「ramen noodle」では器の色の影響が大きく見られた. 料理の見た目の典型度を分析する上で, 器のような食材や調理に直接関係ない要素が大きな影響を与えることは望ましくない. したがって, 色以外の画像特徴も合わせて用いる必要があると考えられる.

4. ま と め

料理レシピ検索支援を目的として, 料理カテゴリごとの部分空間を用いた料理写真の見えに基づく料理の典型度を定義し, 分析する手法を提案した.

具体的には, 料理写真から色に関する画像特徴を抽出し, その特徴から料理カテゴリごとに部分空間を構築した. そして, ある料理画像が与えられたとき, 構築した部分空間への射影からその料理写真の見えの典型度を算出した. 評価実験では色に関する画像特徴を用いることの有効性を確認した.

今後は更なる画像特徴の検討と手法の改善を検討していく.

謝 辞

本研究の一部は, 科学研究費補助金による.

文 献

- [1] 高橋哲朗, 井手一郎, “レシピ・献立検索 (特集: 食とコンピューティング)”. 情報処理, Vol. 52, No. 11, pp. 1376–1381, Oct. 2011.
- [2] Satoshi Yokoi, Keisuke Doman, Takatsugu Hirayama, Ichiro Ide, Daisuke Deguchi, and Hiroshi Murase, “Typicality analysis of the combination of ingredients in a cooking recipe for assisting the arrangement of ingredients,” Proceedings of the 2015 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME2015), No. h75, pp. 1–6, July 2015.
- [3] Kazuma Takahashi, Tatsumi Hattori, Keisuke Doman, Yasutomo Kawanishi, Takatsugu Hirayama, Ichiro Ide, Daisuke Deguchi, and Hiroshi Murase, “Estimation of the attractiveness of food photography based on image features,” IEICE Transactions on Information and Systems, Vol. E102-D, No. 8, pp. 1590–1593, Aug. 2019.
- [4] 佐藤陽昇, 道満恵介, 平山高嗣, 井手一郎, 川西康友, 出口大輔, 村瀬 洋, “豊み込みニューラルネットワークを用いた料理写真の魅力度推定”. 電子情報通信学会技術研究報告, MVE2017-32, Oct. 2017.
- [5] Yoshiyuki Kawano and Keiji Yanai, “Automatic expansion of a food image dataset leveraging existing categories with domain adaptation,” Proceedings of the ECCV 2014 Workshop on Transferring and Adapting Source Knowledge in Computer Vision (TASK-CV), pp. 3–17, Sept. 2014.