

料理画像及び素材一覧に基づく料理の味推定に関する検討

松長 大樹[†] 道満 恵介^{††,†} 平山 高嗣[†] 井手 一郎[†] 出口 大輔^{†††,†}
村瀬 洋[†]

[†] 名古屋大学 大学院情報科学研究科 〒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 情報連携統括本部 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町

E-mail: [†]matsunagah@murase.m.is.nagoya-u.ac.jp, [†]{ide,murase,hirayama}@is.nagoya-u.ac.jp,

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

あらまし 近年, 楽天レシピのような投稿型料理レシピポータルサイトが普及し, Web 上には大量の料理レシピが存在する. これに対してユーザは, 膨大な数の料理レシピから目的に合ったものを料理名, 素材名のようなキーワードを用いて検索し利用している. 本来, 検索に用いるキーワードとして食の重要な要素である味が考えられるが, 多くの料理レシピには味の情報が含まれていないため, 味をキーワードに検索を行うには料理レシピに味の情報を付加する必要がある. そこで, 我々は料理レシピの情報を分析することで料理の味を推定しようと試みてきた. 本報告では新たに料理画像と味の相関関係に注目し, 料理画像及び素材一覧に基づいて料理レシピから味を推定する手法を提案する. 提案手法では料理レシピに対するコメント中の味に関する記述を教師信号とみなした学習により料理の味を推定する. 評価実験を行い, 素材一覧のみに基づいた手法と比較し, 有効性を確認した.

キーワード 料理レシピ, 味推定, 料理画像, 素材

A Study on Tastes Estimation of Food Based on Food Images and Ingredients

Hiroki MATSUNAGA[†], Keisuke DOMAN^{††,†}, Takatsugu HIRAYAMA[†], Ichiro IDE[†],

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

[†] Graduate School of Information Science, Nagoya University, Japan

^{††} School of Engineering, Chukyo University, Japan

^{†††} Information and Communications Headquarters, Nagoya University, Japan

E-mail: [†]matsunagah@murase.m.is.nagoya-u.ac.jp, [†]{ide,murase,hirayama}@is.nagoya-u.ac.jp,

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

Abstract In recent years, consumer generated cooking recipe portal sites like “Rakuten Recipe” have spread, and the number of cooking recipes on the Web is increasing. Users search from a large number of recipe, that suits their requirements by keywords such as recipe title or ingredients. Although taste is an important factor when searching food, since the information on taste is usually not included in a recipe, it is necessary to add the information on taste to recipes. Therefore, we have been attempting to estimate the taste of a food by analyzing the information in a cooking recipe. In this report, we propose a method that focuses on the correlation of taste and both ingredients and a food image, to estimate its taste from cooking recipes. By learning using as a teacher signal descriptions of taste in comments regarding each cooking recipe, the proposed method for estimating the taste of food. Through an experiment, compared with the method based only on ingredients, the effectiveness of the proposed method was confirmed.

Key words Cooking recipe, taste estimation, food image, ingredient

1. はじめに

近年、“楽天レシピ”^(注1) や“COOKPAD”^(注2) のような投稿型料理レシピポータルサイトが普及し、Web上に存在する料理レシピ数が増えている。これに対してユーザは、膨大な料理レシピの中から料理名、素材名のようなキーワードを用いて目的に合ったものを検索して利用している。ここで、検索に用いるキーワードとして、本来、食の重要な要素である味が考えられるが、通常、料理レシピには味に関するタグが付いていないため、味をキーワードとして検索することは困難なのが現状である。

一方で、センサ技術の進歩により、味覚センサ [1] が開発されている。味覚センサは人間の舌の表面の生体作用を模倣し、料理の味を5つの基本味の合成として計測する。また、その計測結果から、味を分析する研究もなされている [2]。しかし、このセンサは非常に高価で一般人が気軽に利用できるものではないため、料理レシピを作成して投稿する際に利用することは想定しにくい。

そこで我々は、料理レシピの情報を分析することでその料理の味を推定しようと試みてきた。これまでは、料理と素材の相関関係に注目し、料理レシピの素材一覧を用いて料理の味を一般的な5つの味クラスに分類する手法を提案し、その有効性を確認した [3]。しかし、砂糖を含む料理はほぼ全て甘味クラスに分類されてしまうなど、料理の主たる味に正しく分類されない例があり、推定精度が不十分であった。この他にも、味と様々な情報を結びつける研究はなされているが、たとえば宮崎ら [4] は料理画像から、その料理の持つ味を予測することの可能性について検討し、予測結果による正解率が33%でランダムな結果より高いため、予測可能であると述べている。

このような背景を受け、本研究では料理画像及び素材一覧に基づいて、料理の味を推定することを目的とする。提案手法では、従来の著者らの研究のように素材一覧を利用するだけでなく、料理画像に出現する画像特徴と味の相関関係も利用する。

本報告の構成を以下に示す。2. では、本研究で用いるコメント付き料理レシピについて述べ、3. で提案手法について詳述する。その後、4. で評価実験について述べ、5. で考察を行い、最後に6. でまとめる。

2. コメント付き料理レシピ

料理レシピにはタイトル、素材一覧、料理画像、調理手順などの情報が含まれている。本研究で利用する料理レシピの例を図1に示す。この中から、料理画像、素材一覧を利用する。また、本研究では図2のような楽天レシピの「つくったよレポート」と呼ばれる料理作成に関するコメントが付随する料理レシピを利用する。料理作成に関するコメントには料理の味に関する感想が含まれていることがあり、これを学習用データ作成の際に教師データとして用いる。

料理レシピ	
材 料(4人分)	
たまねぎ	2分の1個
合挽き肉	400g
卵	1個
しめじ	1パック
パン粉	4分の1カップ
牛乳	大3
塩・こしょう	少々
◎水	150cc
◎酒	大1
◎ケチャップ	大2
◎中濃ソース	大2
◎しょうゆ	小1

図1: 料理レシピの例 (楽天レシピ^(注1) より)

2014.01.28: 家にあるもので作りました。体温ますね〜

2014.01.20: こんばんは! 簡単で美味しかったです。寒い日でしたが温まりました♪ご馳走様でした! (*^▽^*)

2014.01.18: キムチの旨味期限がギリギリだったので作ってみました! 本当に美味しかったです!

2013.10.24: 有り合わせのお野菜で作ってみました! ピリ辛で美味しく出来ましたー! (***) ご馳走さまでした!

図2: 「つくったよレポート」の例 (楽天レシピ^(注1) より)

3. 提案手法

本手法は、学習段階と識別段階の2段階の処理により、料理レシピの料理の味を推定する。図3に提案手法の処理の流れを示す。以下、各処理について説明する。

3.1 学習段階

図3(a)に示すように、まず、コメント付き料理レシピからコメントを抽出し、味に関する感想を含む場合に、その味を教師信号として与える。次に、各料理画像の中央部分を切り出し、画像特徴を抽出する。その後、料理レシピの素材一覧から素材特徴を抽出する。料理レシピ中の画像特徴、素材特徴が各味クラスで出現する確率を尤度として、ナイーブ Bayes 分類器を構築する。

以下、各処理について説明する。

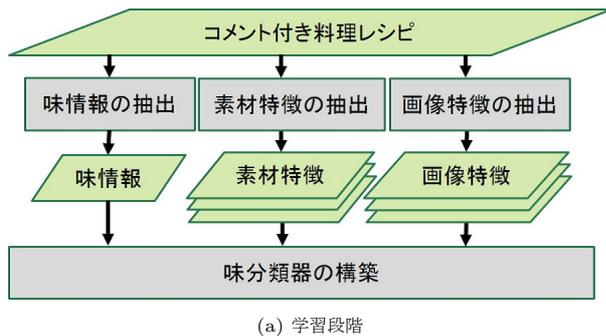
3.1.1 味情報の抽出

教師信号を与えるため、コメント付き料理レシピから味に関する情報を抽出する。図4に味情報の抽出処理の流れを示す。まず、コメント付き料理レシピから料理作成のコメントを抽出し、形態素解析を行う。形態素解析には MeCab^(注3) を用いた。

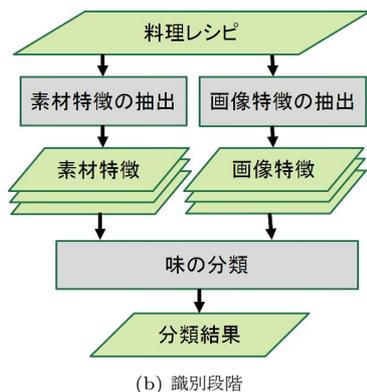
(注1): 楽天 (株)，“楽天レシピ”，<http://recipe.rakuten.co.jp/>

(注2): クックパッド株式会社，“COOKPAD”，<http://cookpad.com/>

(注3): 京都大学情報学研究科-日本電信電話株式会社コミュニケー



(a) 学習段階



(b) 識別段階

図 3: 味推定手法の処理の手順 (a) 学習段階 (b) 識別段階

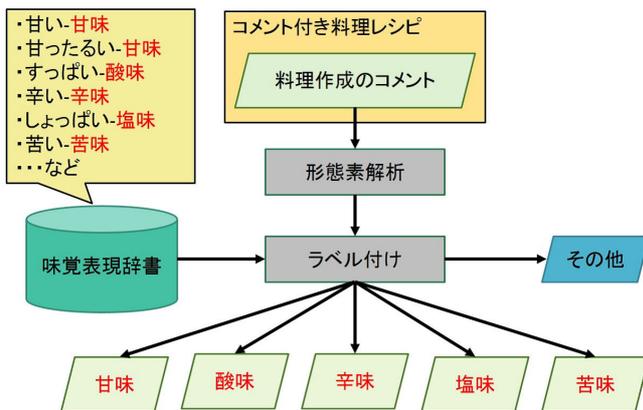


図 4: 味情報抽出の手順

次に、味覚表現辞書を参照することで5つの味クラスに含まれる単語の有無を調べる。いずれかの味クラスに含まれる単語があった場合は検出された味クラスをその料理レシピにラベル付けするが、1つも該当する単語が検出されなかった場合は「その他」として扱い、以下の実験では学習に用いなかった。なお、味覚表現辞書は著者が人手で作成した。

3.1.2 素材特徴の抽出

従来手法 [3] では味と素材に相関があると考え、料理レシピに出現する素材を特徴として味推定を行ってきた。そこで、料理の味推定のために料理レシピから素材一覧を抽出し、そこに出現する素材を料理レシピに出現する素材特徴とした。



(a) 器ごと写した例



(b) 料理のみを大きく写した例

図 5: 料理画像の例 (楽天レシピ^(注1) より)

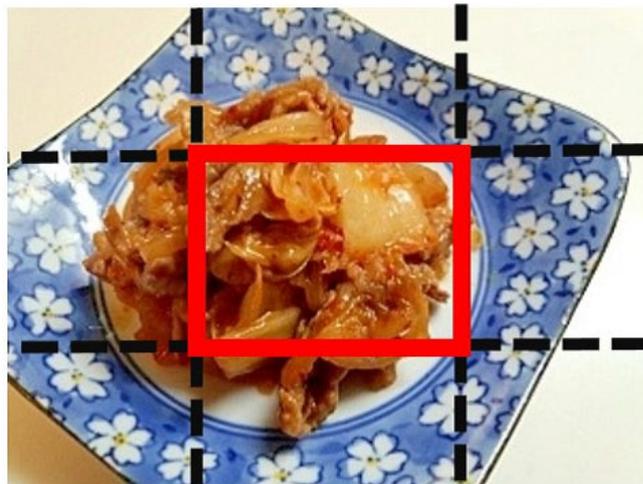


図 6: 画像特徴の抽出領域

3.1.3 画像特徴の抽出

コメント付き料理レシピから料理画像を抽出する。抽出した料理画像は個人が撮影したものであり、図 5(a) に示すような器ごと写した料理画像や、図 5(b) に示すような料理画像のみを写したものなど様々である。そのため、図 6 に示すように画像を9分割し、その中央部分から画像特徴を抽出する。

色の違いが料理の味へ影響すると考え、画像特徴として色相を利用する。画像の大域的な性質を把握するために、位置情報をもたない色相ヒストグラムを作成する。ヒストグラムのピンは10とし、作成したヒストグラムの平均に標準偏差を足したものを閾値として、閾値を超える値をもつピンをその料理レシピに出現する画像特徴とした。

3.1.4 味分類器の構築

料理レシピから抽出した素材特徴、画像特徴を基にナイーブ Bayes 分類器を用いて味推定を行う。ここで、ナイーブ Bayes 分類器とは各クラスである特徴が出現する事前確率と尤度から事後確率を求め、最も事後確率が高いクラスに推定する分類器である。学習段階では、料理レシピの作成コメントを元に味ラベルを作成し、料理レシピ全体に対する味クラス毎の存在比率を事前確率、含まれるか推定したい味とその料理レシピに出現する素材特徴、画像特徴を尤度として事後確率を求める。

3.2 識別段階

学習段階で構築した分類器を用いて料理に各味が含まれるか否かを識別する。図 3(b) の処理の流れに示すように、まず料理

シオン 科学基礎研究所 共同研究ユニットプロジェクト, “MeCab”, <https://code.google.com/p/mecab/>

表 1: 分類対象の味と学習・評価に用いるデータ数

味クラス	学習用データ数 (事前確率)	評価用データ数
甘味	4,397 (62.8%)	451
酸味	980 (14.0%)	113
辛味	834 (11.9%)	83
塩味	461 (6.6%)	34
苦味	328 (4.7%)	34

レシピの料理画像と素材一覧から出現する画像特徴と素材特徴を抽出する。そして、分類器を用いて事後確率により、料理に各味が含まれるか否かを識別する。

3.2.1 素材特徴の抽出

味分類器の学習と同様に、料理レシピの素材一覧から素材特徴を抽出する。

3.2.2 画像特徴の抽出

味分類器の学習と同様に、料理レシピの料理画像の中央部分を切り出し、画像特徴を抽出する。

3.2.3 味の分類

各味の味分類器を用いて、入力された料理レシピに対して含まれると分類された味を出力する。

4. 実験

4.1 実験条件

本節では、使用したデータセット、実験方法、評価方法について述べる。

4.1.1 実験データ

楽天レシピ^(注1)から提供された料理レシピ44万件から、「くったよレポート」中に味に関する言及がある料理レシピ7,715件を実験用データとして用いた。全ての料理レシピには、料理画像と素材一覧が含まれていた。このデータセットを2つに分け、学習用として7,000件、評価用として715件を用いた。料理の味には様々な表現があるが、本実験では一般的な5種類の味を分類対象とした。分類対象の味とデータセットに含まれるデータ数、事前確率を表1に示す。また、データセットの例を図7に示す。

4.1.2 実験方法

前節で述べたデータセットを用いて味ごとに分類器を構築した。そして、構築した味分類器で評価用データセットを識別した。提案手法の有効性を評価するために素材一覧のみから学習した分類器、素材一覧と料理画像から学習した分類器での結果を比較した。

4.1.3 評価方法

実験の識別結果から適合率、再現率、F値を求め、識別器の性能を評価した。ここで、F値は適合率と再現率の調和平均であり、式(1)で求められる。

$$F \text{ 値} = \frac{2 \times \text{precision} \times \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}} \quad (1)$$

4.2 実験結果

従来手法による実験結果を表2、提案手法による実験結果を表3に示す。塩味を除く、各味クラスにおいて従来手法を超え

表 2: 従来手法による実験結果

味クラス	適合率	再現率	F 値
甘味	0.730	0.860	0.790
酸味	0.285	0.210	0.242
辛味	0.444	0.337	0.384
塩味	0.266	0.203	0.230
苦味	0.286	0.118	0.167

表 3: 提案手法による実験結果

味クラス	適合率	再現率	F 値
甘味	0.734	0.853	0.791
酸味	0.441	0.265	0.331
辛味	0.462	0.361	0.405
塩味	0.205	0.205	0.205
苦味	0.375	0.176	0.240

ブロッコリー
ウインナー
塩
オリーブオイル
粉チーズ
砂糖



図 8: 正しく分類された例 (ブロッコリーとウインナー炒め)

鯖
酒
塩
米
水



図 9: 誤分類された例 (鯖ごはん)

る実験結果となり、提案手法の有効性を確認した。

5. 考察

本研究で用いた画像特徴が有効であるか考察する。比較手法では誤分類されていたが、提案手法では正しく分類できた例を図8に示す。この場合、甘味への影響が強い砂糖が含まれているため、比較手法では甘味があると誤分類されてしまったが、画像特徴も用いた結果、甘味でないと正しく分類できたと考えられる。

推定精度が低下した塩味のクラスに関して考察する。塩味のクラスで提案手法で誤分類された例を図9に示す。鯖ごはんというタイトルの料理レシピであるが、味を想起する画像の手がかりがない。そのため、塩味を含まないと誤分類されてしまったと考えられる。このような状況は塩味の料理全般に当てはまり、例えば塩味へ影響を及ぼす代表的な素材として塩が挙げられるが、料理の見た目への影響があまりない。このことが塩味に対する推定精度が低かった理由であると考えられる。このよ

うな例に対処するには、料理によって特徴を変える、画像だけではなく調理方法などのその他の情報を利用する必要があると考えられる。調理手順に関する研究は、浜田ら [5] などが提案されており、これを利用し、素材と調理手順を対応付けることによって特徴量として用いることを検討している。

6. ま と め

本報告では、コメント付き料理レシピを用いて、入力された料理レシピからその料理の味を推定する手法を提案した。

提案手法では、コメント付き料理レシピから作成コメントを抽出し、形態素解析を行い、含まれる味を教師信号とした。そして、料理レシピから画像特徴と素材特徴を抽出し、抽出した画像特徴、素材特徴からナイーブ Bayes 分類器を学習し、味ごとに分類器を構築した。

実験では、各味分類器を構築し、素材特徴のみで学習した分類器を構築し、比較することで性能を調査した。実験結果として、提案手法で学習した分類器の F 値は 塩味を除いて素材一覧のみを用いた分類器の結果を上回り、有効性を確認した。今後は利用する特徴量の工夫、調理手順などの料理レシピの他の情報の利用などを検討する。

謝辞

本研究では楽天（株）から提供された楽天レシピのデータを利用した。

文 献

- [1] Y. Tahara and K. Toko, “Electronic Tongues—A Review,” *IEEE Sensors Journal*, vol.13, no.8, pp.3001–3011, Aug. 2013
- [2] 小林 義和, 山口 泰宏, 濱田 ひかり, 池崎 秀和, 都甲 潔, “人工脂質膜苦味センサおよび物理化学的パラメータを用いた菓物の苦味評価に関する研究,” *日本味と匂学会誌*, vol. 16, no. 3, pp.497–500, Dec. 2009
- [3] 松長 大樹, 道満 恵介, 井手 一郎, 出口 大輔, 村瀬 洋, “料理レシピに対するコメントを教師信号とした学習による料理レシピの味推定に向けた検討,” *電子情報通信学会技術報告*, 2013-MVE-75, pp.115–120, Mar. 2014
- [4] 宮崎 達, デジタルヴァ ガムヘワゲ チャミンダ, 山崎 俊彦, 相澤 清晴, “食事ログに向けた画像処理による料理の味推定,” *情報処理学会第 72 回全国大会講演論文集*, no.2Y-8, Mar. 2010
- [5] 浜田 玲子, 井手 一郎, 坂井 修一, 田中 英彦, “料理テキスト教材における調理手順の構造化,” *電子情報通信学会論文誌 (D-II)*, vol.J85-D-II, no.1, pp.79–89, Jan. 2002



(a) 甘味



(b) 酸味



(c) 辛味



(d) 塩味



(e) 苦味

図 7: 実験で使用した画像の例