

アレンジ抽出のための手順と材料を考慮したレシピの典型度算出手法

大仁田龍也[†] 北山 大輔[†]

[†] 工学院大学大学院工学研究科情報学専攻 〒163-8677 東京都新宿区西新宿 1-24-2

E-mail: [†]fem19002@ns.kogakuin.ac.jp, ^{††}kitayama@cc.kogakuin.ac.jp

あらまし 我々は、レシピのアレンジ抽出の基準とするために、基本的なレシピの抽出に取り組んでいる。本稿では、これまで取り組んでいた、レシピの手順間の LexRank を用いた基本レシピ検索に加え、各レシピにおける材料間の LexRank を考慮することでより高い精度での基本レシピ抽出を目指す。また、それぞれの LexRank における最適な閾値について議論する。

キーワード 料理レシピ, 基本レシピ, LexRank, 編集距離, オントロジー

1 はじめに

近年、料理レシピの検索において、クックパッド¹や楽天レシピ²をはじめとする様々なレシピ投稿サイトが利用されている。それに伴い、投稿サイトには数多くの料理レシピが存在している。投稿されるレシピは同一の料理に対するものも多く、それらのレシピは基本に忠実なものからアレンジを多分に含むものまでさまざまである。また、投稿者によって材料の表記や手順の順序関係が異なっている場合もある。

我々は、それらのレシピから料理のアレンジを抽出することを目指す。ここで、料理のアレンジは、その料理の基本的なレシピを1つ決定すれば、そのレシピと他のレシピとの差異を求めることで自動的に抽出できると考えられる。これを実現するには、基本レシピを自動的に抽出できるシステムが必要である。そこで我々は、これまでの研究で基本レシピ検索システムの構築を行なった [1] [2]。このシステムで扱う基本レシピとは、ある料理に関するレシピ集合の共通した一定の手順のみで構成されたレシピを指している。システムにはテキスト要約アルゴリズムのひとつである LexRank を用いており、各レシピの手順を1つの文とみなして分かち書きにした後、オントロジーを用いて各単語を上位概念に置き換え、編集距離を用いてレシピ間類似度の計算を行い、レシピの類似度行列を作成することで LexRank [12] を行うシステムとなっている。これまでの研究で、システム構築後、クラウドソーシングを用いて被験者により作成した正解データを用い、システムでの評価といくつかの比較手法とを比較することで LexRank が有効であることを確認している。また、基本レシピの抽出においてオントロジーを利用することが有効であることも確認している。しかし、正解データとシステム評価との平均適合率は未だ良い結果とは言えなかった。よって、本稿では、手順と材料を組み合わせて用いることで基本レシピの抽出精度の向上を目指し、それぞれの手法における LexRank の閾値を調査する。

本稿の構成を述べる。2節で関連研究の紹介を行う。3節で

システムの改善点を説明、4節で実験についての説明を行った後、5節で結果、考察を述べる。最後に6節で本稿をまとめる。

2 関連研究

2.1 レシピの基本手順生成に関する研究

難波ら [3] は、テキスト要約の技術を用いることで、レシピ投稿サイトのある料理に関する複数のレシピを要約し、典型的な材料と手順を出力する手法を提案している。また、その過程で複数レシピ要約の生成に必要な料理オントロジーの構築を行っている。さらに、要約を行う際に考慮すべき点として、材料や手順の表記揺れ、手順の省略、多対多の同定の問題といった点を挙げている。それぞれに関して、概念辞書および同義語辞書の構築、述語項構造解析、格フレーム表現を用いて対処する手法を提案している。難波らはレシピ以外にも、先行研究 [4] で特許からのオントロジー自動構築など、テキスト要約を用いる研究を行っている。

重田ら [5] は、難波らの研究結果を利用しさらなる検証を行っている。その結果、「調味料をすべて入れる」という文のように材料をまとめて書いているものと、コショウ、塩などと書いているものを同義語と判断できないことや、本来は「酒、みりん、醤油を加える」といったような手順が、材料リストの横に「☆」や「*」といった記号や印をつけて、その材料を加えると表記した手順である省略の一種に対応できないという問題を示している。

本研究では、難波ら、重田らと同じく LexRank を用いることで基本レシピを出力することを目指している。そのため上記のような問題が生じることが考えられるため対処を行う必要がある。

瀧本ら [6] は、レシピ間の手順から2つの操作に対して、出現位置を考慮したペアアライメントを行うことで操作を対応付け、施設配置問題の考えに基づいて基本操作の選択を行い、アライメントの結果を利用して操作の順序付けを行う、という手順で基本手順の抽出を行っている。

本研究とは、2つのレシピを比較するという点において類似しているが、テキスト要約アルゴリズムを用いるという点で異

1 : <https://cookpad.com/>

2 : <https://recipe.rakuten.co.jp/>

なる。

2.2 レシピ間類似度に関する研究

福本ら [7] は、食材の典型度と食品群を考慮したレシピ間類似度の算出手法を提案している。食品群の分類とグラム変換表を事前に準備し、食材の典型度を料理における食材単体での出現割合と、その食材が属する食品群についての出現割合を求めて合算することで算出している。レシピの各食材を要素とするベクトルと各食材の属する食品群を食材の典型度で重み付けたものを要素とするベクトルに変換し、2種類のベクトル間のコサイン類似度を合算することでレシピ間類似度としている。

本研究では、単純に編集距離を用いることで類似度の算出を行っているが、今後研究を進めていくにあたり、より詳しい値を求める必要があるため福本らの研究は類似度算出に有用であると考えられる。

2.3 レシピ情報処理に関する研究

レシピ検索やレシピのクラスタリング等に関する研究は盛んにおこなわれている。

花井ら [8] は、食材と調味料、食材の希少度をもとに類似レシピのクラスタリングをする研究を行っている。レシピごとに主食材と主調味料の抽出を行うことで類似レシピを抽出する。1段階目のクラスタリングで、料理名、調味料名ごとにレシピを分類し、2段階目のクラスタリングにて、食材名、調味料名、主食材、主調味料、材料の希少度、単語の出現場所の重みを考慮し再びクラスタリングを行いレシピのクラスタの作成を行っている。花井らは他にも、料理名、調理法、食材名、調味料を用いたクラスタリング手法 [9] なども提案している。

崔ら [10] は、特定の料理の共通の食材の組合せを見つけ定番レシピを定義し、そのレシピとの差分を考慮した料理レシピ検索手法を提案している。料理レシピの分類、食材名の表記ゆれの統一を料理オントロジーを用いて行い、アソシエーション分析を利用して、各メニューの食材の相関ルールを検出している。相関ルールをもとに抽出された食材のみを含むレシピを定番レシピとしている。

久保ら [11] は、複数のレシピ投稿サイトのある特定の料理のレシピと、そのレシピとほとんど変わらない重複したレシピの発見を行う研究を行っている。重複レシピを調理内容の一部が変更されているもの、料理の目的が異なるにも関わらず目的に応じた調理内容に変化していないものとし、文字 n-gram と Jaccard 係数を用いて類似度を計算後、高い順にランキングして上位 200 件のペアが重複レシピかどうかを手で判定することで検証を行っていた。また、同時に調理内容の一部の代替を考慮する手法も同時に行い検証している。

3 基本レシピ検索システムとその改善方法

3.1 基本レシピ検索システム

本研究では、これまでに構築した基本レシピ検索システムの改善を行う。このシステムでは、料理名を入力とし、その料理のレシピ群から 1 つのレシピを基本レシピとして出力する。シ

ステムは、料理の基本的なレシピは、テキスト要約アルゴリズム LexRank を用いることで決定できるという考えに基づいており、手順間の類似度を計算して行列で表現し、LexRank を適用している。具体的にはあるレシピに書かれているすべての手順をまとめることで 1 つの文とみなし、レシピ間類似度の計算を行い類似度行列を作成することで、レシピ集合をグラフ表現で表す。その後、閾値との比較で行列の各値を 1 または 0 に置き換え、行列にべき乗法を用いることで LexRank として、基本レシピの検索を行っている。

これまでの研究では、Doc2Vec [15] を用いて手順をベクトルで表現しレシピ間の類似度を計算する手法と、手順同士の編集距離を取りレシピ間の類似度とする手法について検討を行ってきた。研究の結果、2つの手法間において最終的な評価の精度に大きな差はないことがわかった。しかし、今後基本レシピと他のレシピとの差分を抽出することを考慮する上で、Doc2Vec を用いた手法ではレシピ間の差分の抽出が困難であると判断した。そのため、本研究では編集距離を用いた手法でレシピ間の類似度を計算する。

編集距離を用いた類似度計算では、手順中の同一単語を一字のユニークな文字にする変換処理を施した上で類似度を計算している。これは、例えば、「豚肉 焼く 野菜 炒める」という手順が存在した場合、それぞれ豚肉を A、焼くを B のように置き換え、「ABCD」という文字列として編集距離を計算している。これにより、材料や調理動作が異なる、手順が入れ替わる、手順が追加されるなどの際に類似しないと判断できるようになる。

また、投稿されたレシピは、投稿者によって手順の長さ、つまり文書長に差異がある。このようなレシピの中には参考として利用できないほど短い文で記述されているものもあり、そういったレシピが基本レシピとされてしまうのは好ましくない。そのため、システムでは、変換処理を施した後の単語数を文書長として、重みをもたせることで対処している。

さらに、レシピ投稿サイトの性質上レシピの投稿者によって材料や手順の表記ゆれが存在する。これまでの研究で、手順に対して分かち書き、品詞絞り込み、オントロジーを用いた処理を施すことで表記ゆれに対処することを検討してきた。各手法について、それぞれ以下のような処理を施している。

分かち書き： 各レシピを MeCab により分かち書きにし、各単語を原形に入れ替える処理

品詞絞り込み： 分かち書きで行なった処理に加え、手順の単語を名詞と動詞に絞り込む処理

オントロジー： 品詞絞り込みの処理を施した手順に対してオントロジーを用い、材料と調理動作のみに絞り込む処理

オントロジーでは、クックパッド株式会社と国立情報学研究所が提供する「クックパッドデータ」の材料リストと、料理オントロジー構築プロジェクトで公開されている土居ら [13] の研究を基にした料理オントロジー、京都大学の黒橋・河原研究室より提供されている清丸ら [14] の研究を基にした基本料理知識ベースを用いて、対象単語の絞り込みを行った。なお、材料や調理動作に関しては、表記ゆれをなくすために、料理オントロジーにおいて上位語が存在する単語に関しては、上位語に置換

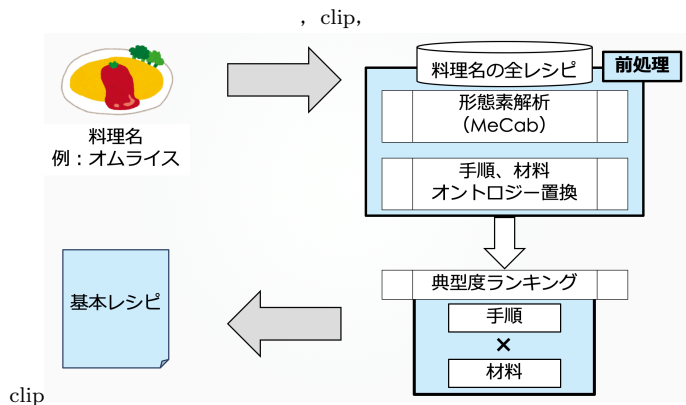


図1 基本レシピ検索システム

表1 実験データ

料理名	件数
親子丼	2172
豚肉の生姜焼き	297
酢豚	2267
麻婆豆腐	3223

している。

先行研究 [2] の結果、オントロジーを用いることで最も良い精度を得ることができたため本稿のシステムでは手順の処理にオントロジーを用いている。

3.2 改善方法

これまでの研究の結果、特異な材料が含まれるレシピが出力されてしまうことがあった。この問題に対し、レシピの材料リストを利用した LexRank を用いることを検討する。

具体的には、レシピの材料リストを抽出し、各レシピごとに材料を集約して Jaccard 係数で類似度を計算、以降は手順に施すものと同様の処理を行いレシピの材料における典型度を算出する。その際、手順と同じく材料の表記ゆれが存在すると考えられるため、オントロジーを用いて上位語に置換することで対処する。これにより算出した材料の典型度と手順の典型度を合計した数値でレシピをランキングして基本レシピを抽出する。

$$score(r) = Lex_{ing}(r) + Lex_{memo}(r) \times Len(r) \quad (1)$$

ここで、 $Lex_{ing}(r)$ は、レシピ r の材料での LexRank 値を返す関数である。 $Lex_{memo}(r)$ は、レシピ r の手順での LexRank 値を返す関数であり、 $Len(r)$ はレシピ r の文字数を返す関数である。システムの概要を図1に示す。

4 実験

4.1 実験データ

本研究では、クックパッド株式会社と国立情報学研究所が提供する「クックパッドデータ」の2014年9月30日以前に公開されたデータを使用している。ここから、4種類の料理を実験データとして選出した。各料理のレシピの件数を、表1にまとめる。

表2 基本レシピ抽出の評価に用いた質問

1	基本レシピと似ていると思うレシピはどれか？(複数回答可)
2	基本レシピと最も似ていると思うレシピはどれか？(単一回答)

4.2 実験方法

これまでクラウドワークスを用いて作成した正解データを用いることでシステムの評価を行ってきた。しかし、これまでの研究から正解データについて見直しが必要であるという結論に至った。そのため、今回は以下の方法によりシステムの最適な閾値を決めることから実験を行う。

4.3 閾値決定の予備実験

まず、実験データのレシピを用いて、手順に対し、分かち書き、および品詞絞り込みを行ない、オントロジーにより「材料」もしくは「動作」と判断した単語のみに置換したものをを用いて、編集距離でそれぞれのレシピ間の類似度を計算し、LexRankを行なった。また、実験データのレシピを用いて、その材料リストを抽出し、分かち書きを行い、手順と同じオントロジーにより「材料」と判断した単語のみに置換したものをを用いて、Jaccard 係数でそれぞれのレシピ間の類似度を計算し、LexRankを行った。

算出した類似度の上位10~90%までの間隔で閾値10~90%として、10%ごとに閾値を変えて結果を出力し、ランキング最上位に出力されたレシピを被験者に提示し、我々が定めた基本レシピだと言えるレシピと比べてもらう事でシステムにおける最適な閾値を調査した。

今回の実験では、基本レシピをシェフごはんの基本の100レシピ³に記載されているレシピとし、大学生16名に対し上記のレシピと共に提示し、アンケート形式で各閾値のレシピを基本レシピと比較してもらう事で実験を行なった。

4.4 基本レシピ抽出の評価実験

アンケートにより決定した最適な閾値を用いて他手法との比較実験を行う。手順と材料での最適な閾値でのスコアを合算して組み合わせたものを提案手法とし、今回の実験では、比較対象として池尻らの提案しているRF-IIF [16] 及び、システムでの手順、材料でのそれぞれの最適な閾値での単体の出力結果を用意した。RF-IIFにおいては材料ごとに算出したスコアをレシピごとに集計後、その平均を取ってレシピのスコアとしている。実験ではこのスコアでのランキング最上位を特異なレシピ、最下位を基本レシピに近いレシピとして比較を行なった。閾値決定時と同じく、基本レシピをシェフごはんの基本の100レシピに記載されているレシピとし、大学生16名に対し上記の5レシピと共に提示し、表2に示す質問を用い、各閾値のレシピを基本レシピと比較して回答してもらう事で実験を行なった。

表 3 得票数最上位の閾値

	手順	材料
親子丼	40%	20%
豚肉の生姜焼き	20%	10%
酢豚	20%	10%
麻婆豆腐	60%	30%

表 4 基本レシピ:親子丼

親子丼	
1	調味料を用意し、鶏モモ肉は繊維に沿って縦に 8 等分し、さらに繊維を断ち切るように、小さめで約 2cm ぐらいカットする。
2	フライパンに出汁、醤油、みりんを入れる。鶏肉をほぐしながら入れ、調味料によく馴染ませる。フライパンを強火にかける。
3	鶏肉と調味料をはしでよくまぜながら強火で煮立て、調味料が煮立ったら中火で約 3~4 分程度煮続け、味が少し濃いめの甘辛い状態になったら卵を入れる準備をする。
4	1 回目: 卵の 1/3 を真ん中から、『の』の字を書くように入れ、卵が固まらないように、はしで内側に卵をさっとなじませる。
5	2 回目: 少し卵が固まって来たら、残った卵の 1/3 を追加で、再度真ん中から『の』の字を書くように入れる。3 回目: 最後の 1/3 を同様にし、火を止める。
6	ご飯をもった丼に卵をのせ、お好みで三つ葉や山椒を添える。 ※彩りに緑のものを使うと盛り付けが映える。

5 結果と考察

5.1 閾値決定

各料理における手順、材料のアンケートの結果最も票数が多かった閾値を表 3 に示す。結果から、手順と材料のそれぞれに最適な閾値は異なる数値だということが確認できた。また、料理ごとに最適な閾値が異なることも確認できた。

ここで、親子丼の基本レシピとして示したレシピと、最も票数が多かった閾値の手順での出力 1 位、材料での出力 1 位を表 4, 5, 6 に示す。

手順でのレシピについて、基本レシピと見比べても一般的な親子丼のレシピとなっている。鶏肉のサイズや卵を使わないなどの差異はあるが、調理の順番や卵を分け入れる量など、手順的には基本レシピととても似通ったレシピとなっている。

材料についてのレシピを見ると、材料が記号で省略されていることがわかる。こちらの手法では、材料リストを参照しているため、手順内での省略はレシピの典型度には関係しない。そのため、手順を用いた手法とは異なり手順内に省略が含まれるレシピであっても上位に出力される。基本レシピとして材料が省略されることは問題ではないが、アレンジを抽出することを考えた際にはレシピ内に省略が存在していることはあまり望ましくない。この問題に対しては、手順による手法との組み合わせでの対処を行う。

以上までの結果からアンケートの結果について、基本レシピらしいレシピが抽出できていることが確認できた。しかし、システムにおいて閾値を定められるのは手法ごとであるため、そ

表 5 手順閾値 40%:親子丼 1 位の手順

親子丼	
1	鶏肉の皮を手ではぐようにしてとり脂肪を切りとる。
2	1 の鶏肉を一口大に切る。
3	一口大に切った鶏肉を酒 (小さじ 2) としょう油 (小さじ 1) をまぶして下味をつける。
4	たまねぎ 1 コは皮をむき、先端と根元を切り落とす。3~4 mm の厚さに切る。
5	卵 4 コをボウルに割ってほぐす。約 1/3 量 (仕上げに入れる分) をとり分ける。
6	フライパンに★の調味料 (だし、砂糖、酒、みりん、しょう油)、鶏肉、たまねぎを入れて中火にかける。
7	途中、肉を返しながらか 1~2 分煮る。(卵を加えると火が通りにくいので肉には中まで火を通す)
8	鶏肉に火が通り (肉が白色)、たまねぎが透明になってきたら OK!
9	静かに沸騰しているところに 2/3 の溶き卵を中央から外側に向かって回し入れる。
10	フライパンを軽くゆすって卵が半熟になるまで約 1 分煮たら残り 1/3 の卵液を全体にかかるように入れて弱火にする。
11	10 にふたをして火を止め 30 秒ほどおいて蒸らす。
12	おたまでやさしく、すくうようにしてご飯の上にのせて完成!!

表 6 材料閾値 20%:親子丼 1 位の手順

ノンオイル! 絶品! ヘルシー親子丼	
1	○の調味料とくし切りした玉ねぎを鍋に入れて一煮立ちします。
2	一口サイズに切った鶏肉を加えてさらに弱火で火が通るまで煮込みます。(蓋をして煮込むと鶏肉が柔らかく仕上がります。)
3	卵は粗めに溶きます。
4	蓋を開けたらこんな感じです (i
5	溶き卵を回し入れて、少し半熟ぐらいになったら完成
6	お皿にご飯を入れて、盛り付けてから刻んだネギを盛り付ければ完成 (私はたっぷりねぎを乗せちゃいます)

表 7 アンケート集計結果_閾値決定

	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
手順	22	37	24	31	17	25	18	23	12
材料	40	39	29	14	15	26	22	18	13

れぞれの手法にとって最適な閾値を定めなければならない。そのため、まず、今回のアンケート結果を手法ごとに集計し直した結果を表 7 に示す。表から、それぞれの手法において最も得票数が多いのは、手順では 20% であり、材料では 10% であることがわかる。そのため、今後の実験ではこの閾値をそれぞれの手法での最適な閾値として実験を行なっていく。

今後、今回の実験により確認できた手順、材料での LexRank における最適な閾値を用いて 2 つの手法を組み合わせたシステムで同じく実験を行いこの問題に対処することを考えている。また、基本レシピとしての抽出精度の評価として、RF-IIF によって求めたレシピとの比較を考えている。

また、さらなる改善方法として 1 手順ごとの LexRank を検討している。具体的には、ある料理の手順を 1 手順ごとに捉え、その手順同士で LexRank を実行する。その後、実行結果をレ

表 8 基本レシピ抽出の評価実験の結果

手法	得票数	最も似ているの得票数
RF-IIF 最上位	14	10
RF-IIF 最下位	25	8
手順最上位	40	18
材料最上位	22	11
組み合わせ最上位	36	12

レシピごとに集計して平均を取ったものをレシピの典型度としてランキングを行うという方法である。1手順ごとに LexRank を行うため、類似度計算に膨大な処理を必要とし、一度の実行にかなりの時間を要してしまう。しかしながら、1手順レベルでの典型度を算出できるため、必須な手順とアレンジである手順を分類できる可能性が高いと考えられる。

5.2 基本レシピ抽出

評価実験の結果を表 8 に示す。手順の最上位が最も多くの票数を獲得し、組み合わせの最上位が 2 番目に多くの票を獲得した。また、どちらにおいても RF-IIF の最下位の票数を上回っているため、システムが有効であることを示せた。

基本レシピとして示したレシピ（以下、基本レシピ）との差異をまとめた物を表 9 に示す。表の-は基本レシピとの違いがないことを示している。

表 9 の材料の差異列から、材料については基本レシピとの差異が順位に関係していることがわかる。一方、手順の差異については、例えば手順最上位では「豚肉を漬けない」、「片栗粉をまぶす」という 2 つの工程において基本レシピとの違いがあるが、最も多くの票数を獲得している。また、組み合わせ最上位においても「豚肉を漬けない」という工程において差異があるが 2 番目に多くの票数を獲得している。このことから、「漬ける/漬けない」、「小麦粉/片栗粉をまぶす」という手順はあってもなくても基本レシピとの差には影響を与えない。よって、手順には変更があると基本レシピと大きく異なってしまう手順と、変更されても基本レシピとほとんど変わらないと判断される手順が存在すると考えられる。そのため、前述している 1 手順ごとの典型度を算出する手法を用いることで、さらに適切に基本レシピを判断できる可能性があると考えられる。

6 まとめと今後の課題

本稿では、これまでの研究で構築した、テキスト要約アルゴリズム LexRank を用いて料理のレシピ群からその料理の基本レシピを検索するシステムの改善を検討した。具体的には、レシピの材料リストを抽出し、各レシピごとに材料を集合として Jaccard 係数で類似度を計算、以降は手順に施すものと同等の処理を行いレシピの材料における典型度を算出することを検討した。

システムの評価方法として、これまでの研究において、クラウドワークスにより作成した正解データを用いてシステムの評価を行ってきたが、正解データ自体に疑問の余地が生じたため、今回はアンケートによりシステムの閾値を決定することから実

表 9 基本レシピとの差異

順位	手法	材料の差異	手順の差異
5	RF-IIF 最上位	にんにく, りんご	温キャベツの作成
3	RF-IIF 最下位	-	豚肉の穴あけ, 小麦粉をまぶす
1	手順最上位	-	豚肉を漬けない, 片栗粉をまぶす
4	材料最上位	砂糖	豚肉に酒と生姜をもみ込んでおく
2	組み合わせ最上位	砂糖	豚肉を漬けない

験を行なった。実験により、システムにおいて LexRank を用いる最適な閾値を決定した。

また、決定した最適な閾値を用いて比較実験を行うことで提案手法を評価した。実験の結果、提案手法の有効性を確認できた。今後、さらに他の手法との比較実験を行いシステムの評価を行なっていく。また、提案手法を用いたアレンジ自動抽出システムの試作などを行なっていく。

謝 辞

本研究では、クックパッド株式会社と国立情報学研究所が提供する「クックパッドデータ」を利用しました。また、本研究の一部は、2019 年度科研費基盤研究 (C)(課題番号: 18K11551) によるものです。ここに記して謝意を表すものとします。

文 献

- [1] 大仁田 龍也, 北山 大輔, “レシピ間類似度を用いた LexRank による基本レシピの検索”, 第 11 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, F2-5, 2019.
- [2] 大仁田 龍也, 北山 大輔, “レシピのアレンジ抽出のための調理手順の典型度算出手法”, 電子情報通信学会技術研究報告, vol.119, no. 201, DE2019-16, pp. 7-11, 2019.
- [3] 難波 英嗣, 土居 洋子, 辻田 美穂, 竹澤 寿幸, 角谷 和俊, “複数料理レシピの自動要約”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.113, No.338, NLC2013-41, pp.39-44, 2013.
- [4] 難波 英嗣, 竹澤 寿幸, “複数手順テキストからの手順オントロジーの自動構築”, 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 115, no. 230, DE2015-22, pp. 13-16, 2015.
- [5] 重田 謙博, 難波 英嗣, 竹澤 寿幸, “複数料理レシピからの典型手順の自動生成”, 第 9 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, C2-1, 2017.
- [6] 瀧本 洋喜, 笹野 遼平, 高村 大也, 奥村 学, “施設配置問題に基づく同一料理のレシピ集合からの基本手順の抽出”, 言語処理学会第 21 回年次大会, pp.1092-1095, 2015.
- [7] 福本 亜紀, 井上 悦子, 中川 優, “食材の典型度と食品群を考慮したレシピ間類似度の算出手法”, 第 4 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, D9-2, 2012.
- [8] 花井 俊介, 難波 英嗣, 瀧本 明代, “主食材と主調味料を考慮した類似レシピクラスタリング”, 第 8 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, E2-7, 2016.
- [9] 花井 俊介, 瀧本 明代, 難波 英嗣, “スパムレシピ抽出のための酷似レシピクラスタリング手法”, 情報処理学会研究報告, 2014-DBS-160(26), pp.1-7, 2014.
- [10] 崔 赫仁, 塩井 隆円, 楠 和馬, 波多野 賢治, “メニューごとの共通食材に着目した料理レシピ検索手法の提案”, 第 9 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, C1-1, 2017.
- [11] 久保 遥, 関 洋平, “投稿型レシピサイトを横断した重複レシピの判別”, 第 8 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, C8-3, 2016.
- [12] G. Erkan, and D. R. Radev., “LexRank: Graph-based Lexical Centrality as Salience in Text Summarization”, Journal of Artificial Intelligence Research, pp.457-479, 2004.
- [13] 土居 洋子, 辻田 美穂, 難波 英嗣, 竹澤 寿幸, 角谷 和俊, 関 洋平, “料理レシピと特許データベースからの料理オントロジー

の構築”，電子情報通信学会技術研究報告，Vol.113，No.468，37-42，2014-03-06.

- [14] 清丸 寛一，黒橋 禎夫，遠藤 充，山上 勝義，“料理レシピとクラウドソーシングに基づく基本料理知識ベースの構築”，言語処理学会第 24 回年次大会，2018.
- [15] Le, Q. and Mikolov, T., “Distributed representations of sentences and documents”，Proc. of ICML, pp. 1188-1196, 2014.
- [16] 池尻恭介，清 雄一，中川博之，田原康之，大須賀昭彦，“希少性と一般性に基づいた意外性のある食材の抽出”，日本ソフトウェア科学会「コンピュータソフトウェア」，vol.31，no.3，pp.70-78，2013.