

レシピ間類似度を用いた LexRank による基本レシピの検索

大仁田龍也[†] 北山 大輔[†]

[†] 工学院大学情報学部 〒163-8677 東京都新宿区西新宿 1-24-2

E-mail: †j115023@ns.kogakuin.ac.jp, ††kitayama@cc.kogakuin.ac.jp

あらまし 本研究では、テキスト要約アルゴリズム LexRank を用いて、ある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を構築する。我々は料理の基本的なレシピを、レシピ手順を 2 レシピずつ比較して得られたレシピ間の類似度を利用し重要度を求め、その重要度に手順の文書の長さを重みとして掛けた典型度を計算することで求めることができると考えた。本稿では、重要度の計算にテキスト要約アルゴリズム LexRank を用いる。システムの構築後、あらかじめサンプリングしたデータを用いて被験者へのアンケート調査を行い正解データを作成した。同じく、サンプリングしたデータを提案手法で評価した結果と正解データを比較する事でシステムの評価を行う。

キーワード 料理レシピ, 基本レシピ, 分散表現, LexRank

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^(注1)や楽天レシピ^(注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。そのため、本研究では基本レシピ検索システムを構築する。

本稿で扱う基本レシピとはどのようなレシピかを述べる。ある料理の作り方は、共通した一定の手順に沿っていると考えられる。例えばオムライスにおいて、チキンライスを作る材料が違う場合、レシピ手順に書かれる材料の切り方等に違いが生じる。また、卵を混ぜる工程で焼き上がりの卵をふんわりさせる工夫としてマヨネーズを加える場合、レシピの材料、手順工程が増えるといった差異が生じる。しかし、そのような差異が生じた場合でも、チキンライスを作る、卵を溶いて焼く、チキンライスを卵でくるむというような手順に変わりはない。このように、ある料理に関するレシピ集合には、共通した一定の手順が存在する。本稿ではこの一定の手順のみで構成されたレシピを基本レシピとする。

基本レシピを検索するシステムを構築できればアレンジを求める際に役立つだけでなく、料理レシピ選びに悩むユーザの負担削減に貢献することもできると考えられる。

本稿で構築するシステムでは、テキスト要約アルゴリズムの

ひとつである LexRank を用いて基本レシピの検索を行う。本来 LexRank は文章をグラフ表現の形で用いるため、レシピをそのまま使用することはできない。そこで、レシピ手順を 1 つの文とみなし、Doc2Vec を用いて 300 次元のベクトルに変換し、レシピ間類似度の計算を行いレシピ数×レシピ数の類似度行列を作成することで対処する。また、レシピ投稿サイトの性質上投稿者によってレシピに記述されている材料や手順に表記ゆれが存在する。この点については、Doc2Vec による分散表現がある程度吸収してくれることを期待している。

本稿の構成を述べる。2 章で関連研究の紹介を行う。3 章でシステムの概要を説明、4 章で実験についての説明を行った後、5 章で結果、考察を述べる。最後に 6 章で本稿をまとめる。

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 [1] 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 [2] 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 [3] 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。

(注1) : <https://cookpad.com/>

(注2) : <https://recipe.rakuten.co.jp/>

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 [4] 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なる。

2.2 レシピ間類似度に関する研究

福本ら [5] 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 Doc2Vec 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 [6] 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 [7] なども提案している。

崔ら [8] 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 [9] 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。

2.4 LexRank

LexRank とは、Erkan ら [10] が提案した PageRank を応用したテキスト要約手法である。

PageRank とは Web ページ間のハイパーリンク関係を利用し、ページ毎の典型度を測るアルゴリズムである。Web のハイパーリンク構造は、Web ページをノード、ハイパーリンクをエッジとした有向グラフとして表現される。この有向グラフに基づき PageRank を計算し、そのスコアによって各 Web ページの順位付けを行う。ここで、PageRank の概念では、「他の多くの Web ページからリンクを張られている Web ページは重要であり、そのような重要な Web ページからリンクを張られている Web ページも重要である」と考えられている。そのため、ある Web ページの PageRank は、その Web ページを指す他の全てのページがもつ PageRank の総和と考えられ、PageRank 値を未知数とする連立一次方程式と捉えられる。各 Web ページへの嗜好性を一様に捉えるとき、初期値として全ての Web ページに対して PageRank を与え、上記の考えのもと反復的に計算していくことで、最終的に収束し、全ての Web ページの PageRank を計算できる。

このような PageRank に対し、LexRank は対象テキスト内の文をノードとし、文間の類似度を重みとしたエッジでつなぎ、グラフ表現で表す。このグラフ表現における固有ベクトル中心性の概念に基づいて文の典型度を計算する。LexRank は、コサイン類似度に基づく連結性行列を隣接行列で表す。この行列の各値を定めた閾値と比較し 1 または 0 に置き換え、行列にべき乗法を行うことで典型度を計算するアルゴリズムとなっている。

3. 基本レシピ検索システム

本研究では、テキスト要約技術を用いてある料理のレシピ集合からその料理の基本レシピを検索するシステムを構築する。

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。ここで、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考えた。LexRank を用いるために、本研究では、レシピ手順をベクトルで表現するため Doc2Vec を用いる。具体的にはあるレシピに書かれているすべてのレシピ手順をまとめることで 1 つの文とみなし、Doc2Vec を用いて 300 次元のベクトルに変換する。次に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 とし基本レシピの検索を行う。この閾値は本論文では 0.5 としている。

また、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。Doc2Vec による分散表現において類似する語はある程度吸収されることが期待できる。しかし、あらかじめ修正できるものを直しておくことで分散表現の精度が上がると考えられる。そのため、事前に各レシピを

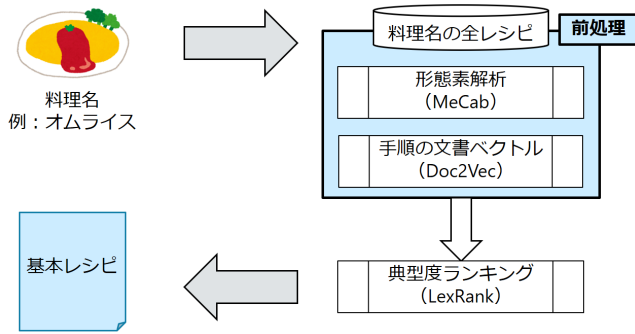


図 1 システム概要

MeCab により分かち書きにし、各単語を原型に入れ替えている。原型に入れ替える処理とは、例えば「豚肉を焼いた時に」というような文章を、「豚肉を焼く時に」という形にすることや、「筋を切っておく」といった文章を、「筋を切るておく」という形にする処理である。この処理を行うことにより、手順が過去形で書かれていた場合なども、Doc2Vec 内で同じトークンとして扱える。

さらに、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。LexRank は他の文との類似度が高いものほど典型度が高くなり、文は短ければ短いほど他の文との類似度が高くなる傾向にあるため、文の短さに比例して典型度が高くなりやすい。投稿されるレシピ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。そこで、レシピの手順の長さを文書長として、重みをもたせることで対処する。本論文では、レシピの手順の長さを文字数とし、その対数をとることで重みとしている。

$$\text{score}(r) = \log(\text{len}(r)) \times \text{LexRank}(r) \quad (1)$$

ここで、 $\text{LexRank}(r)$ は、レシピ r の LexRank 値を返す関数であり、 $\text{len}(r)$ は、レシピの文書長を返す関数である。

以上をまとめて図 1 に示す。まず、オフラインの前処理として以下を行う。

(1) 各レシピの手順部分を結合して「一つの文」とみなし、MeCab を用いて分かち書き、各単語を原型に入れ替えるといった形態素解析。

(2) 形態素解析を行った各レシピを Doc2Vec を用いて 300 次元のベクトルに変換。

オンラインでの処理は以下の通りである。

(1) ユーザから料理名を取得。

(2) 料理名でレシピを検索し、レシピ集合を取得。

(3) 取得したレシピ間類似度の計算を行いレシピ数×レシピ数の類似度行列を作成。

(4) 行列に対して LexRank を適用し score を算出する。その後、score の降順でレシピをランキングし、最上位を基本レシピとして抽出。

(5) ユーザに基本レシピを提示。

表 1 実験データ

料理名	件数
親子丼	1026
豚肉の生姜焼き	126
カルボナーラ	2153
スパニッシュオムレツ	199
酢豚	1051
麻婆豆腐	1486
カレーピラフ	329
カレーライス	325

表 2 抽出したレシピ例:親子丼

1	フライパンに★を入れて煮立たせ、玉ねぎと鶏肉を入れて弱火～中火で蓋をして 7 分煮る。時々箸でかき混ぜる。
2	器に卵を割りかき混ぜておく。フライパンに卵液の半分を全体に流し入れ、蓋をして 1 分 30 秒煮る。 この間に丼にご飯を準備。
3	残りの卵液を全体に流し入れ、蓋をして 30 秒煮れば完成！玉子は半熟状態で充分です。 お玉かフライ返しでご飯の上に盛る。
4	のり、紅生姜、三つ葉などを添えると彩りが良いですね♪

4. 実験

4.1 前処理

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。本実験においては、このデータから事前に 100 万件のレシピを取り出した。また、取り出したレシピで Python の gensim を用い Doc2Vec のモデルを作成した。本実験では、パラメータはデフォルトの値を使用しており、モデルは Distributed Memory、ベクトルの次元数は 300、コンテキストの文脈幅は 8 とした。

4.2 実験データ

8 種類の料理を実験データとして選出した。この 8 種類の料理は和食から「親子丼」、「豚肉の生姜焼き」、洋食から「カルボナーラ」、「スパニッシュオムレツ」、中華から「酢豚」、「麻婆豆腐」の 2 種類ずつと、その他の料理「カレーピラフ」、「カレーライス」の 2 種類を加えたものとした。

これらの料理について、4.1 章の 100 万件のレシピを料理名で検索し、表 1 の件数のデータを得た。これらの各料理のレシピから、ランダムに 15 件ずつのレシピを抽出し、実験に用いるデータとした。取り出した「親子丼」のレシピの一例を表 2 に示す。

4.3 実験方法

本実験では被験者を用いて正解データの作成を行った。被験者はクラウドソーシングサービスである CrowdWorks を用いて集めた。まず、各料理について、実験データのレシピが掲載されているクックパッドの URL を 2 つ 1 組として 105 組の組み合わせを作成した。組み合わせの中には、1 つのレシピにつき 14 組の組み合わせが存在する。次に、各組につき 3 名の被験者がどちらがより多くのアレンジを含んでいるかを回答した。

表 3 正解データ

料理名	レシピタイトル
親子丼	つゆから手作り♪親子丼♪ しあわせ家族の簡単親子丼 やさしい味?親子丼
豚肉の生姜焼き	うちの定番♪豚肉の生姜焼き 定番! 超簡単! 豚肉の生姜焼き ピンチの時でも☆豚肉の生姜焼き
カルボナーラ	【とろけるチーズで】カルボナーラ【作る】 シンプル! カルボナーラ 全卵使用の*カルボナーラ* 簡単カルボナーラ牛乳なのにクリーミー
スパニッシュオムレツ	挽き肉入りスパニッシュオムレツ@私流 スペインのスパニッシュオムレツ トースターでスパニッシュオムレツ ミニチュア?スパニッシュオムレツ
酢豚	豚肉酢豚味 家庭味酢豚 レンコン入り酢豚 冷蔵庫のお掃除、簡単酢豚
麻婆豆腐	適当麻婆豆腐 お母さんの麻婆豆腐 甜麵醬で簡単♪♪やみつき麻婆豆腐☆
カレーピラフ	簡単☆カレーピラフ 安いうまいしっとりカレーピラフ 簡単?炊き込みカレーピラフ こんなだったっけ?カレーピラフ
カレーライス	お肉やわらか!! カレーライス!! ウマウマ☆カレーライス 圧力鍋でカレーライス

得票数の多いレシピはアレンジを多分に含んだレシピであり、少ないレシピは基本的なレシピであるとした。そのため、回答を集計しレシピごとに得票数の少ない順でランキングし、上位3位までを基本レシピの正解データとして決定した。

実験データを提案手法及び比較手法で評価し、各料理において出力されたレシピが、正解データのレシピと一致するかを確認することで評価を行った。提案手法は LexRank と文書長の重みを利用したものであり、比較手法として LexRank だけを用いたもの、対象料理の全レシピの平均ベクトルを計算し、そのベクトルとの類似度が最も高いレシピを出力するものを用意した。評価指標として平均適合率を用いることで提案手法と他手法を比較した。

5. 結果と考察

被験者の解答をもとに作成した正解データを表3に示す。なお、同率の場合も3位までのものを含んだため、正解データが4件以上の料理も存在する。

3つの手法の正解データとの一致度を平均適合率で計算した結果を表4に示す。表の値は小数第3位で四捨五入を行っている。それぞれの手法の平均適合率を見ると、提案手法の値が0.45と最も高いことが確認できる。提案手法と平均ベクトルで

表 4 平均適合率

	平均適合率
提案手法	0.45
LexRank のみ	0.40
平均ベクトル	0.27

表 5 提案手法での評価結果

料理名	レシピタイトル
親子丼	めんつゆで簡単にふわとろ半熟★親子丼★
豚肉の生姜焼き	うちの定番♪豚肉の生姜焼き
カルボナーラ	ツナで夏☆カルボナーラ
スパニッシュオムレツ	挽き肉入りスパニッシュオムレツ@私流
酢豚	さっぱり★我が家の梅酢豚
麻婆豆腐	★冷蔵庫にあるもので簡単!! 麻婆豆腐★
カレーピラフ	安いうまいしっとりカレーピラフ
カレーライス	圧力鍋でカレーライス

表 6 LexRank のみでの評価結果

料理名	レシピタイトル
親子丼	めっちゃうま 我が家の親子丼
豚肉の生姜焼き	☆豚肉の生姜焼き☆
カルボナーラ	混ぜるだけ♪たらこカルボナーラ?
スパニッシュオムレツ	あっという間のスパニッシュオムレツサンド
酢豚	豚肉酢豚味
麻婆豆腐	納豆キムチ麻婆豆腐丼
カレーピラフ	炊き込み蛸カレーピラフ♪たこブリヤニ
カレーライス	お肉やわらか!! カレーライス!!

の結果から、基本レシピの検索において LexRank を用いることが有効であることを示せたといえる。また、同様に提案手法と LexRank のみでの結果から、典型度の算出時に手順の文書長を考慮することが有効であることも示せたといえる。

提案手法により得られた各レシピの1位の結果を表5に示す。また、同様に LexRank のみで基本レシピを求める手法での結果を表6に、平均ベクトルで基本レシピを求める手法での結果を表7に示す。表3、表5から、人手で出力した基本レシピと提案手法で最上位となった基本レシピが一致したのは「豚肉の生姜焼き」、「スパニッシュオムレツ」、「カレーピラフ」、「カレーライス」だと分かる。逆に一致しなかったのは「親子丼」、「カルボナーラ」、「酢豚」、「麻婆豆腐」だと分かる。

正解データの基本レシピと提案手法で出力した基本レシピが一致しなかった料理について考える。まず、「親子丼」についてだが、提案手法でどんなレシピが出力されたのかを表8に示す。親子丼の正解データで使われるのは「鶏もも肉」だが、表8から分かる通り、このレシピでは「鶏むね肉」が使用されている。

だが、「鶏もも肉」の調理方法が「切る」、「焼く」であるのに対し、「鶏むね肉」の調理方法も「切る」、「焼く」といったように、材料の調理方法が、正解データの材料の調理方法とほとんど変わらないことも分かる。また、他のレシピとこのレシピを見比べた結果、例えば「玉ねぎは薄くくし型に」といったように、一般的に親子丼を作るときに用いられる切り方での説明を

表 7 平均ベクトルでの評価結果

料理名	レシピタイトル
親子丼	ヘルシーさっぱり☆塩親子丼
豚肉の生姜焼き	豚肉の生姜焼き☆野菜炒め添え♪
カルボナーラ	お家簡単カルボナーラ
スパニッシュオムレツ	あっという間のスパニッシュオムレツサンド
酢豚	☆酢豚ならぬ酢鶏☆
麻婆豆腐	麻婆豆腐のコツ★
カレーピラフ	カレーピラフのシチューがけ
カレーライス	今日のカレーライス

表 8 提案手法:親子丼 1 位

1	むね肉は削ぎ切りにして、酒・醤油をもみこみ約 10 分放置 ※切り方は好みですが、この方が火が通りやすいので…
2	玉ねぎは薄くくし型に、野菜・きのこなども食べやすい大きさに切っておく
3	フライパンに A を入れて一煮立ちさせる。沸騰したら玉ねぎを広げて入れる。 あまり重ならないようにします
4	玉ねぎに薄く色がついてきたら、肉を重ならないように入れて中火。途中で裏返すと早いです ‘ きのこなどもこのときに…
5	少し火を強めて、溶いた卵を少しずつ外側から中央にまわしいれます。 ふちが固まってきたらフタをして火を止めます
6	好みですが、フタをして 2～3 分放置で出来上がり♪
7	やや半熟の親子丼です。しっかり火を通したいときはもう少し置きます めんつゆは、希釈の割合が違う場合もあります。ラベルに『丼物』の割合が書いてあるので、そちらを参考にしてください

していた。他の点についてもこのレシピが詳細に調理手順を説明していると分かった。調理手順が詳細に説明されていると他のレシピとの一致する箇所が増加するため他レシピとの類似度も高くなる。これらの理由から、このレシピが基本レシピとして出力されたと考えられる。

「カルボナーラ」と「酢豚」、「麻婆豆腐」についても、例えば「酢豚」は正解データのレシピでは使われていない梅が使われているが、材料としては、調理済みの梅を使っているため、レシピ内では梅の調理法についてはほとんど説明がなく、他のレシピとの類似度が下がらなかったため、基本レシピとして出力されたと考えられる。このような問題に対して、例えばその料理の全レシピでの各材料の使用頻度を算出することで材料ごとに重みづけるといった対処を行う必要があると考えられる。

また、今回の実験は「☆」などの記号による材料の省略をそのままに類似度の計算などを行っている。しかし、本論文の定義ではそのような省略がなされたレシピであっても基本レシピとして考えることができる。さらに、そのような省略を本来の材料に置き換えることで類似度の計算結果も変わると考えられる。よって、材料リストを参照し省略部分を本来の材料に置き換えるなどの処理を行う必要があると考えられる。

6. ま と め

本研究では、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を構築した。料理の基本的なレシピは、その料理の複数のレシピの手順を各レシピ手順を一つの文として捉え、比較して得られた類似度を利用し、典型度の計算を行うことで求めることができる。LexRank と文書長を用いることで基本レシピを求めるシステムを構築した。

クラウドソーシングを用いて、被験者により正解データを作成し、システムでの評価と比較することで提案手法の有効性を調べた。提案手法と他 2 つの比較手法について平均適合率を指標として評価した結果、提案手法が最も高い値を示し、有効であることを示せた。

今後の課題として、料理の全レシピでの各材料の使用頻度を算出することで材料ごとに重みづけを行う必要や、材料リストを参照し省略部分を本来の材料に置き換えるなどの処理を行うことで全レシピに対してシステムを適用できる状態にする必要がある。

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」を利用した。また、本研究の一部は、平成 30 年度科研費基盤研究 (C)(課題番号: 18K11551) によるものである。ここに記して謹んで感謝の意を表する。

文 献

- [1] 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, 言語理解とコミュニケーション研究会, Vol.113, No.338, NLC2013-41, pp.39-44, 2013.
- [2] 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”, 電子情報通信学会データ工学研究会, 2015.
- [3] 重田 識博, 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.
- [4] 瀧本 享喜, 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.