

料理アドバイスを補完したレシピ提示方式

古本 健太[†] 難波 英嗣[‡] 角谷 和俊[†]

[†] 関西学院大学総合政策学部 〒669-1337 兵庫県三田市学園 2 丁目 1 番地

[‡] 広島市立大学大学院情報科学研究科 〒731-3194 広島市安佐南区大塚東 3-4-1

E-mail: [†]{ftz37897,sumiya}@kwansei.ac.jp, [‡]nanba@hiroshima-cu.ac.jp

あらまし クックパッドや楽天レシピなどのユーザ投稿型レシピ検索サイトでは、投稿ユーザが独自に手順を記載できるために多種多様な表現が用いられている一方で、料理手順の省略が多く、投稿ユーザによって記載された手順が調理ユーザの調理レベルを考慮していないという問題点が挙げられる。レシピ検索サイトに投稿されたレシピには手順中にコツやポイントなどのアドバイスが記載されるレシピもあれば、記載されていないものも存在する。本研究では、ユーザ投稿型レシピ検索サイトにおいて、投稿ユーザが生成した調理手順内で主となる調理工程に対し、利用ユーザの調理を補助する役割を持つ記述である料理アドバイスを抽出し、類似するレシピに補完することでより初心者に易しいレシピを提示する手法を提案する。

キーワード レシピ情報, 手順特徴抽出, 情報推薦

1. はじめに

近年、「クックパッド¹⁾」や「楽天レシピ²⁾」などのユーザ投稿型レシピ検索サイトの利用者が増加している。ユーザ投稿型レシピ検索サイトに投稿されるレシピはユーザ生成した情報によって成り立ち、レシピタイトル、概要、材料リスト、調理手順等の情報が例に挙げられる。投稿ユーザ自身が記載するコメント欄や中間生成物を写した画像等も投稿レシピの構成要素に含まれる。投稿ユーザ自身がレシピを記載するため、レシピに用いられる表現手法は統一されておらず、多種多様である。例えば、投稿されたレシピにはコツ、ポイントとい

う調理手順に関する注意事項を記載する欄があるにもかかわらず、手順に注意事項を記載するユーザが存在する。本研究では、ユーザ投稿型レシピ検索サイトにおいて、投稿ユーザが記述した手順を用いて、他の類似レシピより抽出したアドバイスを当該レシピに補完し利用することを目的とする。

レシピ検索サイトを利用するユーザにはそれぞれ調理レベルに違いがあり、ユーザ投稿型レシピ検索サイトではそれが考慮されていない。これは料理に不慣れなユーザにとっては書き方が不親切であり、調理に困難をもたらす可能性が高い。一方で、投稿されたレシピにはコツやポイント等のアドバイ



図 1：料理レシピへの料理アドバイスの挿入

¹⁾ <http://cookpad.com/>

²⁾ <http://recipe.rakuten.co.jp/>

スが記載されているレシピもあれば、少なく書かれているものがある。本研究では、レシピの手順に着目し、他の料理レシピにて調理の支援になると考えられるアドバイスを抽出し、当該レシピに挿入し、料理初心者に優しいレシピを提示する。

ここで本研究の概要を図1に示す。料理レシピ X が存在し、それに類似するレシピが複数存在すると仮定する。ここでは、レシピ X に類似するレシピとしてレシピ A, B が検索されたと仮定する。レシピ X の調理手順には豚そぼろを作る工程が記載されている。一方で、レシピ X に類似するレシピ A の調理手順には「肉そぼろは、火にかけすぎるとどんどん油が出てきて、揚げたみたいになるので注意!!」という手順が記載されている。レシピ A ではこの記述は手順として記述されているが、当該レシピであるレシピ X では、利用ユーザの調理を補助する役割を持つ記述として、活用できると考えられる。本研究では、料理アドバイスを主となる調理工程に対し、利用ユーザの調理を補助する役割を持つ記述と定義づけ、当該レシピに対して類似するレシピの手順に着目し、他のレシピにおいて調理の支援の役割を持つ記述、“料理アドバイス”の抽出手法を提案する。

本研究から以下の貢献ができると考える。まず、よりレシピを詳細に示すことでレシピ調理の失敗を未然に防ぐことができるという点である。先程述べたようにユーザ投稿型レシピ検索サイトでは調理ユーザの調理レベルが考慮されていない。投稿されたレシピには材料の下ごしらえなどの手順を省略されているレシピも存在し、そのため、レシピの詳細が詳しく示されていないために調理レベルが低いユーザにとってはレシピを理解することが困難になり、調理中に失敗を招く可能性がある。そうしたユーザに対して、料理の詳細をより詳しく示すことで、調理ユーザに対して調理の支援ができると考える。また、類似するレシピから料理アドバイスを抽出することで、手順をより簡略化に示すことができ、調理の支援になると考える。ユーザ投稿型レシピサイトでは互いに動的なリンクを交わさず、単一のレシピの手順のみしか閲覧することができない。本研究から、他のレシピから料理アドバイスを抽出し、当該レシピにそれを補完することで一つの手順のみでなく、他の調理手順の一部も閲覧することができる。手順の詳細をより詳しく示すだけでなく、抽出したアドバイスから調理手順をより効率良く行うことができる可能性がある。

り、調理ユーザの調理支援になると考える。

本論文の構成は以下の通りである。2節で、本研究の関連研究を説明し、本研究との違い、特徴について述べる。3節では本研究の提案手法として、当該レシピに類似するレシピの検索、類似レシピの手順中に記載されたアドバイスの自動抽出、当該レシピへの料理アドバイスの挿入と本研究の本研究の処理手順について説明する。4節では、本研究で提案した手法に基づいた評価実験と結果、それに基づき考察を行う。5節では本研究のまとめ及び今後における課題について述べる。

2. 関連研究

本研究の関連研究として、2.1節ユーザ投稿型レシピ検索サイトに関連する研究、2.2節特徴抽出、2.3節 fastText に関する研究を紹介する。

2.1. ユーザ投稿型レシピ検索サイトに関連する研究

近年、レシピを対象とした研究が盛んに行なわれている。既存の料理レシピを検索するシステムとして、前節で挙げられた「クックパッド」や「楽天レシピ」が存在する。しかし、こうしたレシピ投稿サイトは、ユーザが生成した情報を基に、料理レシピが掲載されるために、同一の材料であるにもかかわらず表記がそれぞれ異なると表現が統一されていない。Nanba[1]らは、統計的言語処理技術を用いて、料理レシピと特許データベースから、用語の上位・下位関係、同義語、属性、部分・全体関係を抽出し、人手で選定することで、料理オントロジーを構築した。森[2]らは日本語の調理手順文章の意味表現の詳細について述べ、無閉路有向グラフのコーパスの作成に取り組んだ。森らが作成するフローグラフでは、食材や道具を頂点とし、食材や道具の関係性を辺とした。頂点となる食材や道具は野菜や調理器具といった固有表現だけではなく、食材や調理者の動作を表す表現も含まれている。関係性に該当する辺では頂点の述語項関係や参照関係などその他の関係をラベルとして示している。そして、この頂点や辺をそれぞれ基準化し、フローグラフに変換した。浜田[3]らは作成手順の説明書に対する構造解析およびそのデータフローグラフの自動作成手法を提案した。

2.2. 特徴抽出

ユーザが情報を生成し、発信する情報から特徴の抽出を行う研究が既に行われている。例えば、ユーザ投稿型レシピ検

索サイトではユーザが独自に手順を記載することができるため、調理ユーザの調理レベルが考慮されていない可能性があるという問題点が挙げられる。志土地[4]らは初心者への料理支援のため、理解困難な料理手順や省略を初心者向けに簡潔に書かれた料理レシピの作成するのを目的に料理手順を補足する説明の抽出手法を提案した。また、杉山[5]らはレシピ検索では Web 検索に比べ、上位の検索結果が選ばれにくく、複数のレシピを比較しやすい提示方法に需要があると考え、レシピ集合から得られる典型的な調理工程と各レシピの手順から特徴の抽出を図り、手順から差異とされる特徴を抽出する手法を提案した。レシピの記述から特徴を抽出するという点で類似していると考え。橘[6]らは、料理名に使われている修飾表現の付与傾向をネーミングコンセプトとして定義し、ネーミングコンセプトをもとにレシピの分類を行い、抽出したネーミングコンセプトをアノテーションとしてレシピに付与して提示するレシピ提案システムの提案を行った。志土地[7]らはユーザ投稿型のレシピサイトには手順及び食材等の文章の柔軟性が欠けていると考え、同一料理カテゴリ中の料理レシピ群における特徴的な料理手順の類似度に基づいて、代替可能な食材を抽出する手法を提案した。辻田[8]らは、ブログ集合の中から料理の失敗事例について述べたエントリを自動検出する手法を提案した。

2.3. fastText に関する研究

また、fastText という深層学習を用いた研究も存在する。fastText は他の機械学習や深層学習と違い、より高い精度で大規模なコーパスを高速で学習を行う深層学習である。また、fastText は単語それぞれの単語形態を考慮し、未知データに対してタグ付与の予測、そして学習を可能とする深層学習である。この深層学習を用いり、Bojanowski [9]らは skip-gram に基づいた大規模コーパスに対する迅速な訓練を行う手法を提案し、提案手法の有効性を示すために五カ国語での意味表現分析を行い、検証した。さらに、Joulin ら[10]は fastText に基づく分散表現を利用した文書分類の機能も実装し、他の機械学習と比較し、精度、再現率、訓練時間の点において、fastText の有用性を示した。

3. 料理アドバイスを活用したアドバイス提示システムの構築

3.1. 料理アドバイスとは

本研究では、料理アドバイスを主となる調理工程に対し、利用ユーザの調理を補助する役割を持つ記述と定義づける。ここでユーザ投稿レシピ検索サイトでのレシピ手順に含まれる料理アドバイスの記述例を図 2 に示す。

- | | |
|--|---|
| <p>A)</p> <p>B)</p> <p>C)</p> | <p>6.※注意※炭酸水が入っているので、生地をプレートに流し込んだ時に生地がブワッと泡立つ場合があります。</p> <p>7.【焼き方】油をひいたたこ焼きプレートを、生地を垂らしたらジュッと音がするまで温める。(たこ焼き)</p> <p>5.火を弱めて卵白を流し入れます。</p> <p>6.冬瓜の臭みが気になる場合は卵白と一緒に牛乳少々(分量外)を加えると良いです。(冬瓜のカニ餡かけ)</p> <p>3.ボールに柔らかくしたバターと砂糖を入れ白っぽくなるまで混ぜ、卵を少しずつ加えながらひたすら混ぜる。(ハンドミキサーを使うと楽です。)(紅茶のケーキ)</p> |
|--|---|

図 2 : 料理アドバイスの記述例

図 2 に示した三例はクックパッドレシピデータのそれぞれ異なるレシピの手順から抜粋したものである。このうち、A) では、たこ焼きのレシピから「※注意※炭酸水が入っているので、生地をプレートに流し込んだ時に生地がブワッと泡立つ場合があります」という注意書きが見受けられた。たこ焼きの生地に炭酸水を加えているため、生地に熱が加わると泡立ってしまう可能性があるという注意書きが提示している。こうした記述の有無により、調理ユーザがホットプレート等の調理器具にたこ焼き生地を注いだ際に生地が泡立ってしまうと困惑を招き、後の調理に支障をきたしてしまう可能性がある。次に B) の例では、手順 5 にて下ごしらえを終え、鍋で加熱している冬瓜に卵白を加える工程が記載されている。その一方で、手順 6 では手順 5 の工程の際、冬瓜の臭いが気になるユーザに対する提案として冬瓜の入った鍋に牛乳を少々加えることを推奨

している。こうした記述は無くとも最終完成物に影響を与えないが、こうした記述のおかげでより完成生成物である料理の質の向上が期待される。こうした記述は他の冬瓜を使ったレシピでも活用できる可能性を有していることから汎用性に長けていると考え、料理アドバイスとして有効な記述になると考える。最後に C)では複数の材料を混ぜ合わせる工程に対してより簡単に仕上げるための代用を使用するコツ、ポイントと考えられる記述が()付きで記載されている。こうした記述が記載されることで調理ユーザの調理の手間の省略や限られた調理器具が揃っている環境下でも代用可能である材料や器具などを使用することでより簡単に調理を行うことができるが見込まれると同時に、代用可能な材料や器具を提示することでユーザ投稿型レシピ検索サイト下のより多くの調理可能なレシピを提示し、調理ユーザの選択肢を増加させることが見込まれる。以上のような料理アドバイスを当該レシピに補完することで調理ユーザは調理に支障をきたす可能性を低下させ、調理をより円滑に行うことができ、料理の質を向上させることが期待される。本研究では、当該レシピに対して類似するレシピの手順に着目し、主となる調理工程に対し、利用ユーザの調理を補助する役割を持つ記述、料理アドバイスの抽出および当該レシピへの補完手法を提案する。

3.2. 料理アドバイスの提示手順

本手法では、対象レシピに類似するレシピの手順は当該レシピにおいて料理アドバイスとして利用できると考える。そのために、本研究では類似レシピの手順に記載されている料理アドバイスを抽出するために、当該レシピに類似するレシピを検索し、類似するレシピより料理アドバイスと考えられる手順を抽出し、当該レシピへ挿入、補完する手順を踏んでいく。ここで本研究の提案手法の処理の流れを図3に示す。

1. 類似レシピの検索
2. 類似レシピの手順中に記載された料理アドバイスの自動検出
3. 当該レシピへの料理アドバイスの挿入

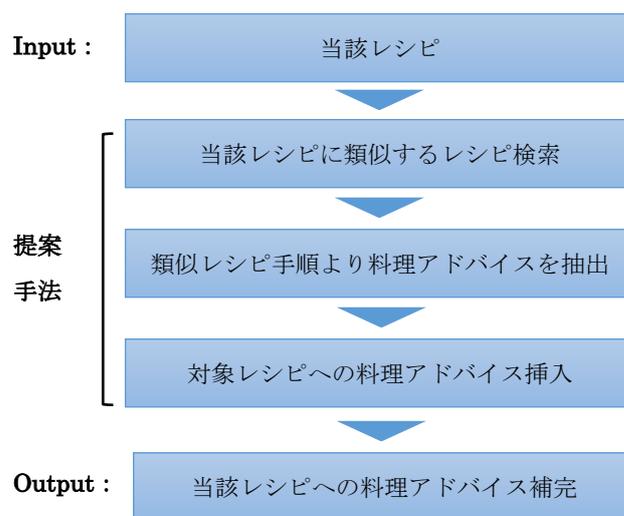


図 3：提案手法の処理の流れ

3.2.1. 類似レシピの検索

当該レシピに対して類似するレシピの検索を行う。本研究では当該レシピの調理手順、材料に着目し、それに類似するレシピを類似レシピとして抽出する。まず、汎用連想計算エンジン GETA を用いて、入力レシピ ID と抽出されたレシピとの類似度を測定する。その後、類似度が高い順にレシピをソートし、上位 5 件を選択する。類似度計算には、GETA[11] のライブラリで提供されている SMART³を用いる。

また、ユーザ投稿型レシピ検索サイトではユーザによる表現手法は多様であるため、材料や手順の表記揺れなどが問題となってくる。例えば「じゃがいも」、「ジャガイモ」というように、同じ食材でも表現が異なる。こうした表現を統一するために料理オントロジー[1]を用いる。

3.2.2. 類似レシピの手順中に記載された料理アドバイスの自動検出

ここでは、本研究がある程度の件数の中でどの程度の精度で料理アドバイスが抽出できるかを検証する。はじめに、クックパッドの手順が記載されたデータ 7,488 件を無作為に抽出する。次に、レシピ手順で他のレシピに料理アドバイスとして活用できる可能性のある記述にタグを付与する。本研究では、対象とする手順に付与するアドバイスタグは料理の支援になると考えられる料理アドバイスタグ<A>を付与する。

³汎用連想計算エンジン
(GETA).<http://geta.ex.nii.ac.jp/geta.html>

最後に、付与したタグをもとに fastText を用いて自動的に料理アドバイラベルを付与する。料理アドバイラベルを有する料理レシピ手順を含めたクックパッドより無作為抽出した手順に対して深層学習を行う。はじめに五分割交差検定にかけ、料理アドバイラベルを素性として用い、深層学習 fastText でどの程度の精度、再現率をもって料理アドバイラベルを抽出できるか検証した。

3.2.3. 当該レシピへの料理アドバイラベルの挿入

3.2.3 節では類似レシピから抽出された料理アドバイラベルを当該レシピに調理手順に補完する。ここで注意しないといけないのはレシピ調理手順内で有効的に活用できる手順に挿入することを考慮しなくてはならない。当該レシピへの適切な料理アドバイラベルを補完する例を図 4 に示す。

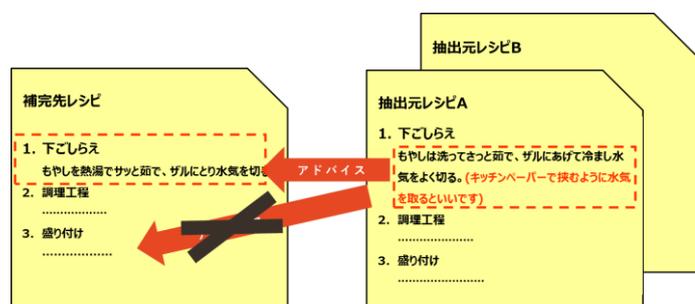


図 4:適切な料理アドバイラベル補完

ここで、下ごしらえに関する料理アドバイラベルを抽出できたと仮定する。例えば、類似するレシピより抽出された下ごしらえに関する料理アドバイラベル当該レシピ内の最終生成物の盛りつけの手順に挿入することでは料理アドバイラベルを有効に活用することができない。そのため、類似するレシピから抽出した料理アドバイラベルを当該レシピに挿入する際に、適切な手順の箇所に挿入するのを考慮しなくてはならない。

ここでは、料理アドバイラベルの記載されている位置に着目し、抽出先レシピに書かれている料理アドバイラベルの直前、直後に書かれている手順と類似する手順とのコサイン類似度を計測し、有効であるかを検証した。

4. 実験

本研究では 3 節で提案した手法に基づき、類似レシピの検索、料理アドバイラベルの検出、そして抽出された料理アドバイラベルを当該レシピへの補完の判定の 3 種類の実験を行った。実験の詳細についてはそれぞれ、4.1 節、4.2 節、4.3 節で述べる。

4.1. 類似レシピの判定実験

4.1.1. 実験条件

【実験に用いるデータ】手動で料理アドバイラベルと判定した 324 件を含んだ料理レシピ 239 件を使用した。上記のデータに対して人手により類似レシピ判定を行った。

【実験手法】3.2.1 節に基づき、料理アドバイラベルを含むレシピに類似するレシピ上位 5 件のうち、類似度が最も高いレシピと比較し、料理アドバイラベルが適用されるかを判定する。提案手法の有効性を示すために類似レシピ先に手料理アドバイラベルが適用化、使用不可、同様の記述が存在の 3 点で料理アドバイラベル件数を計測した。

4.1.2. 実験結果と考察

提案手法により、得られた実験結果を表 1 に示す。およそ 324 件中 211 件の料理アドバイラベルが類似レシピ先にて活用できることが分かった。

表 1: 人手による類似レシピ検索検証

項目	件数
類似レシピ先にて使用可	211
類似レシピ先にて使用不可	93
類似レシピ先にて同様の記述あり	20

類似レシピ判定実験での実験結果について考察を行う。料理アドバイラベルを含むレシピに類似レシピを検索したところ、類似レシピ先にて活用できると判定した料理アドバイラベルのおよそ 211 件と 7 割存在した。しかし、その一方で、類似先レシピでの活用が難しいと判定した料理アドバイラベルは 20 件およそ 3 割に及んだ。料理アドバイラベルが類似レシピ先にて適用しないと判定した理由として、補完先で材料が含まれていない、そして文書、フォーマット自体が酷似している点が挙げられる。ある材料を対象とする料理アドバイラベルを抽出し、そのレシピに類似するレシピの調理手順、材料リストを確認すると料理アドバイラベルを含む材料自体が記載されていないため、類似レシピ先では機能しないと判定した。次に、レシピ内のフォーマットや使用している表現が酷似しているが問題と考える。本研究では調理手順の類似度に基づき、類似レシピを検索しているがレシピの記載表現が酷似していると全く違うカテゴリのレシピであったとしてもレシピ内の描写が類似しているだけで類似レシピとして抽出されてしまう。本実験より、レシピ間の類似度のみで類似レシピを判定するだけでは

当該レシピに類似するレシピの検索は十分でないと考える。

4.2. 料理アドバイスの抽出実験

4.2.1. 実験条件

【実験に用いるデータ】実験用データとしてクックパッドデータより無作為に選択した 7,488 件を対象に 3.2.2 節に基づき、人手で料理アドバイスタグの判定を行った結果、料理アドバイスと判断した手順数が 311 件あった。人手で料理アドバイスの判定を行った結果を深層学習による実験に用いた。

【深層学習と評価尺度】料理アドバイスの判定の深層学習に fastText を用いた。素性として人手によって付与された料理アドバイスタグを用い、五分割交差検定の後に深層学習を行った。評価尺度として、以下に示す精度・再現率を使用した。

$$\begin{aligned} \cdot \text{精度} &= \frac{\text{規則を用いて抽出できた正解データ数}}{\text{規則を用いて抽出したデータ数}} \\ \cdot \text{再現率} &= \frac{\text{規則を用いて抽出できた正解データ数}}{\text{全正解データ数}} \end{aligned}$$

【実験手法】3.2.2 節に基づき、深層学習 fastText を用いて 7,488 件の調理手順を対象に料理アドバイスタグが付与された手順 311 件をどの程度の精度、再現率で料理アドバイスを抽出できるかを検証した。

4.2.2. 実験結果

まず、4 節で述べた提案手法の結果として、提案手法の精度が 96.7%、再現率は 96.7% となり、料理アドバイスを抽出するのに有効であることが分かった。

4.3. 料理アドバイスの補完判定実験

4.3.1. 実験条件

【実験に用いるデータ】手動で料理アドバイスと判定した 324 件を含んだ料理レシピ 230 件を使用した。上記のデータに対して、補完先レシピでの料理アドバイス補完判定を行った。

【実験手法】料理アドバイス補完の判定精度を検討するために以下の手法により実験を行った。

- 抽出レシピと補完先レシピ間のコサイン類似度
 - 料理アドバイスの直前に記載される手順の類似度
 - 料理アドバイスの直後に記載される手順の類似度
 - 料理アドバイスの直前、直後に記載される手順それぞれ

それぞれの類似度を掛け合わせたもの

- 抽出レシピと補完先レシピ間のコサイン類似度(相対位置により補正)
 - 料理アドバイスの直前に記載される手順の類似度
 - 料理アドバイスの直後に記載される手順の類似度
 - 料理アドバイスの直前、直後に記載される手順それぞれ
- それぞれの類似度を掛け合わせたもの

実験結果と考察

提案手法により得られた抽出された料理アドバイスの補完判定結果を表 2 に示す。

表 2: 料理アドバイス補完実験

項目	料理アドバイスに対して対象とする文の位置	精度
抽出先と補完先間のコサイン類似度	直前	0.330
	直後	0.156
	直前と直後	0.191
抽出先と補完先間のコサイン類似度(相対位置による補正)	直前	0.317
	直後	0.156
	直前と直後	0.195

料理アドバイスの補完結果について考察を行う。抽出先レシピと補完先レシピ間の料理アドバイスが記載されている手順の直前の手順の類似度が 0.330 と最も高い結果となった。また、これに加えて相対位置を考慮し、同様の実験を行ったが、精度を上げる要因にはならなかった。

5. おわりに

本研究では、類似レシピの手順に着目し、他の料理レシピにて調理の支援になると考えられるアドバイスを抽出し、当該レシピに挿入及び当該レシピへ補完するシステムを提案した。実験の結果、本研究の提案手法で、クックパッドレシピデータの調理手順より料理アドバイスが実用的な精度での抽出ができると分かった。

今後の課題として、まず料理アドバイスの抽出範囲の拡大が挙げられる。本研究の提案手法では、レシピ情報として調理手順にのみに着目したが、ユーザ投稿型レシピ検索サイトには料理の調理のコツやポイントを記載する欄が存在する。しかし、多くのレシピでは手順中、コツの欄にも注意事項を記載するユーザが存在する。今後の課題として、ユーザ投稿

型レシピ検索サイトのコツ、ポイント欄からも料理アドバイスを抽出することも検討する。

次に、自動的に付与した料理アドバイスタグの付与判定を考慮する必要がある。本研究では、fastText を用いて料理アドバイスを自動的に抽出判定したが、他のレシピにおいて果たして利用ユーザの調理を補助する役割を持つ記述になりうるかという記述も存在する。より適切な料理アドバイスを抽出し、補完するためにも未知データに対する料理アドバイスタグの自動付与に関しても改めて検討する必要がある。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、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。ここに記して謹んで感謝の意を表す。

参 考 文 献

- [1] Nanba, H., Doi, Y., Takezawa, T., Sumiya, K., and Tsujita, M. "Construction of a Cooking Ontology from Cooking Recipes and Patents," Proceedings of Workshop on Smart Technology for Cooking and Eating Activities (CEA 2009), 2014.
- [2] 森信介, 山肩洋子, 田中克己. "レシピテキストのためのフローグラフの定義," 情報処理学会研究報告自然言語処理, 2013-NL-214(13), pp. 1-7, 2013.
- [3] 浜田玲子, 井手一郎, 坂井修一, 田中英彦. "教養番組のテキスト教材における手順の構造化," 情報処理学会第 59 回大会, 2-353, 1999.
- [4] 志土地由香, 出口大輔, 高橋友和, 井出一郎, 中村裕一. "料理レシピを分かりやすくするための理解困難な表現の補足," 電子情報学会技術研究報告. MVE, マルチメディア, 仮想環境基礎 109(466), pp. 95-100, 2010.
- [5] 杉山祐一, 山肩洋子, 田中克己. "手順情報としてのレシピデータに対する類似レシピの要約と微笑で重要な差異の発見", DEIM Forum 2013, 2013.
- [6] 橋明穂, 若宮翔子, 角谷和俊. "レシピサイトにおける料理名の修飾表現に着目したネーミングコンセプト抽出," DEIM Forum 2013, 2013.
- [7] 志土地由香, 高橋友和, 井出一郎, 村瀬洋. "料理レシピマイニングによる代替可能食材の発見," 電子情報通信学会論文誌 A Vol. J94-A No.7, pp. 532-535, 2011.
- [8] 辻田美穂, 土居洋子, 難波英嗣, 竹澤寿幸, 角谷和俊. "ブログからの料理の失敗事例の検出," 電子情報通信学会 MVE/CEA 研究会, 2014.
- [9] Bojanowski P, Grave E, Joulin A, and Mikolov T. "Enriching Word Vectors with Subword Information," arXiv preprint arXiv:1607.04606, 2016.
- [10] Joulin A, Grave E, Bojanowski P, and Mikolov T. "Bag of Tricks for Efficient Text Classification," arXiv preprint arXiv:1607.01759, 2016.
- [11] Salton, Gerard. "The SMART Retrieval System - Experiments in Automatic Document Processing," Prentice - Hall, Inc, Upper Saddle River, NJ, 1971.