

料理レシピの文書構造に注目した関連語推薦と 対話的な検索質問拡張への応用

Related Term Suggestion using Cooking Recipe Document Structure and its Application to Interactive Query Expansion

安川美智子^{1*}

Michiko Yasukawa¹

¹ 群馬大学大学院理工学府

¹ Faculty of Science and Technology, Gunma University

Abstract: This paper introduces a method for related term suggestion for cooking recipe search. Our method recognizes the document structure of recipe data and allows users to specify which word context is to be searched. Users can also specify the length of related terms and the relation between the search term and the related term. The suggestion system uses cross-searching to obtain related terms with the given length of word n-grams that are also consistent with both the user's search intent and the word meaning in the context of the given recipe documents. Two salient characteristics of the proposed method are (1) document structure recognition and (2) word n-gram length. Results of experiments conducted using standard text collection demonstrate that searches conducted with these two characteristics outperform baseline searches significantly. An exploratory search using query expansion with the proposed method is also described in this report.

1 はじめに

近年、インターネット上で多数の料理レシピが公開されており、毎日の献立作成に利用できるようになっている。健康的で豊かな食生活を実現するためには、栄養の変化に対するからだの反応性や許容度の個人差を認識した上で、いろいろなおいしい食材や料理を自分で判断しながら食べることが大切である [1]。しかし、Google 等の Web 検索エンジンを用いた検索では、テレビ番組などの影響で検索頻度が極めて高くなっている情報には容易にアクセスできるものの、その他の多種多様な情報については、検索結果を絞り込むための関連語が分からないという問題がある。

一般に、何かを探索中に関連語を認識することは、具体的な関連語を考えることよりも容易である。このことから、システムが情報を整理してユーザに提示し、ユーザが選択肢の一覧の中から興味のあるものを選ぶ「ナビゲーション型の情報探索」の方が、情報要求を表現する適切な単語をユーザが考える「アドホック検索」よりも、ユーザにとって楽な作業であると言える [2]。Flamenco プロジェクトで開発されたファセット検索インタフェース [2][3] では、キーワードによるアドホッ

ク検索と情報を整理したカテゴリ体系によるナビゲーション型の情報探索を組み合わせることで、選択肢の絞り込みと拡大を円滑に行えるようにしている。カテゴリ体系を用いたナビゲーション型の情報探索は、カテゴリを人手で管理する手間が大きいという問題があるが、文書クラスタリング [4][5] は、文書の自動分類によりカテゴリ管理の手間を省いたナビゲーション型の情報探索を可能にしている。しかし、文書クラスタリングは分類の整合性や一貫性の点で、ユーザにとって直感的でない情報提示がされるという欠点がある。興味のあるカテゴリを見つけるまでに時間がかかりすぎる場合、ユーザは求める情報に到達できなくなる。ナビゲーション型の情報探索において、ユーザにとって直感的なカテゴリ体系を自動構築できることが必要である。

以上のことを背景として、本研究では、大規模な料理レシピコーパスの検索を行う際の関連語推薦の手法を提案する。提案手法は、料理レシピの文書の構造を利用し、材料や作り方等の用例の異なる文脈に対して、単語の n-gram 索引をそれぞれ作成する。そして、単語による単語の検索を索引間で横断的に行うことで、個々の検索意図に合致した直感的な関連語の分類体系を構築する。本稿の以下の章では、まず、「料理レシピに含まれる特徴語や用語を対象とする研究」という観点か

*連絡先: 群馬大学大学院理工学府
〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1
E-mail: yasukawa@gunma-u.ac.jp

料理レシピの文書構造	表記の具体例
ttl: タイトル (1行)	ttl: Oriental Chicken Noodle Soup
ing: 材料 (1行以上)	ing: ■ 2 single chicken breast fillets ■ 4 green onions, chopped ■ 1 medium carrot ■ 1 celery rib
prp: 作り方 (1行以上)	prp: ① Combine stock, water and chicken . Bring to boil, uncovered, until chicken is tender. Remove chicken , chop finely. ② Cut celery and carrot into thin strips, stir into pot. Stir in noodles, chicken , onion. ③ Bring to boil, until veggies are just soft.
att: 属性 (0行以上)	att: course- Soups

図 1: 料理レシピの文書構造と表記の具体例。

ら本研究と関連の深い研究について言及し、次に、提案手法である関連語推薦とその検索質問拡張への応用について説明する。また、NTCIR-11 RECIPE タスクの英語のアドホック検索の評価用データを用いた実験と検索有効性の考察についても報告する。

2 関連研究

料理レシピとは、料理ごとに使用食材料とそれらの分量および調理法等を明記した指示書である [6]。一般的なインターネット上の料理レシピの文書構造を図 1 に示す。料理レシピの文書 1 件は、以下のような 4 つの部分から構成される。

- (1) ttl : title; 料理レシピのタイトル (1 行)
- (2) ing : ingredient; 材料 (1 行以上)
- (3) prp : preparation; 作り方 (1 行以上)
- (4) att : attribute; 属性 (省略可・複数行可)

「属性 (att)」は、料理を分類するためのカテゴリ名やキーワードとなる単語などを記述する部分である。属性が適切に記述されていれば、料理レシピを検索する際に有用な手がかりとなるが、実際にはレシピ作者によって記述されない場合も多い。Druck [7] の研究では、料理レシピのタイトル、材料、作り方を情報源として、料理レシピの紹介文に含まれるキーワードを学習し、検索エンジン側で属性を自動付与する手法を提案している。本研究では、属性付与が人手か自動かは区別せず、属性に単語の情報があれば、タイトル、材料、作り方と同様に料理レシピの検索対象、および、関連語抽出の情報源として利用する。

土居らの研究 [8] では「特許明細書には人間にとって自明なことが記述されている」という点に注目し、特許データベースと料理レシピコーパスを情報源とした料理用語辞書を構築している。構築した辞書は日本語の料理レシピを対象とした言語処理の精度改善のために利用することを目的としている。

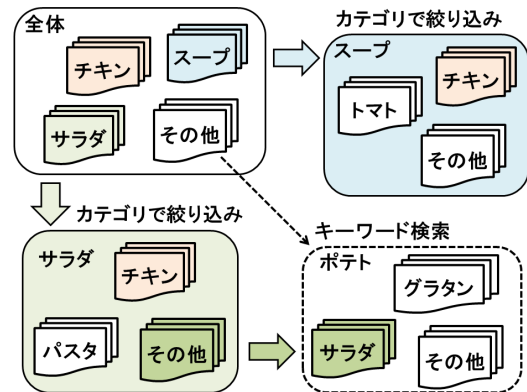


図 2: 料理レシピ検索の検索範囲と単語間の関連性。

また、食品テクスチャーの研究分野における早川の研究 [9] では、食べ物の食感を表す用語（「もちもち」「カリカリ」等）を自由記述のアンケートを通じて収集し、用語をテクスチャー要素（弾力、切断、等）の観点から人手で分類した用語体系を構築している。構築した用語体系は、食品開発の感応評価のために利用することを目的としている。

本研究は、料理レシピコーパスに含まれる調理用語（料理名、食材名、調理器具や調理法を表す用語）を機械的に収集して、検索ユーザの検索意図に合わせて自動分類し、検索範囲の絞り込みや拡大のための関連語辞書として利用する点に特徴がある。

3 提案手法

本研究の技術的課題は、検索ユーザにとって直感的な関連語推薦を行うことである。直感的とは「分類が均一な粒度で提示され、階層構造が理解しやすい」ということである [2]。また、検索ユーザは「無秩序で不規則なグループ化 (disorderly groupings)」を嫌うと報告されている [3]。そこで「分類の粒度」と「分類の規則性」の 2 つの点から関連語推薦を検討する。

3.1 関連語推薦

まず「分類の粒度」を考慮した単語の分類について、図 1 を用いて説明する。図 1 の料理レシピのタイトルが示す料理名は「スープ (soup)」であるが、「ヌードル (noodle)」「チキン (chicken)」「オリエンタル (oriental)」の単語 3 つが追加された単語 4-gram で料理名が詳細に記述されている。このような単語 n-gram のどの部分に検索ユーザが興味を持つのかによって、推薦する関連語が異なる。たとえば「スープ」に興味があり、他の「スープ」について知りたい場合の関連語は、「トマト_スープ」¹の「トマト」などである。また、「チキン_ヌードル_スープ」の「スープ」以外の派生形に興

¹ 文字列中の _ は単語 n-gram の単語の境界を表す。

表 1: 関連語の関連性の種類と具体例.

語頭 (prefix)	トマト__ソース, トマト__缶
語中 (infix)	肉__巻__おにぎり, 手__巻__寿司
語尾 (suffix)	チーズ__ケーキ, チョコレート__ケーキ
連想 (indirect)	オープン ⇒ クッキー, ピザ

味がある場合の関連語は「チキン__ヌードル__キャセロール」の「キャセロール」などである. また「チキン__ヌードル__スープ」の「オリエンタル」以外の派生形に興味がある場合は「ベトナム風 (vietnamese)」や「メキシコ風 (mexican)」が関連語となる. これらの単語をすべて一律に「スープ」の関連語として提示すると, 検索ユーザにとっては不規則な関連語推薦となる. したがって, 単語の n-gram の長さ (粒度) をユーザが指定できる必要がある.

また, 関連語の種類は表 1 に示すように, 単語 n-gram の一部となる「接辞タイプ (接頭辞, 接中辞, 接尾辞)」のものと, 単語 n-gram とは直接の連結がない「連想タイプ」のものがある. 単語の分類の中に「接辞タイプ」と「連想タイプ」が混在すると不規則な関連語の提示になってしまう. したがって「分類の規則性」を考慮した関連語の提示を行うためには, 関連語の関連性の種類をユーザが指定できる必要がある.

次に, 単語の概念の階層構造について, 図 2 を用いて説明する. 料理レシピコーパスに, たとえば料理名に「チキン」「サラダ」「スープ」などの単語を含むレシピ (例: 「フライド__チキン」「ポテト__サラダ」「トマト__スープ」) が多数存在すれば, これらの単語はユーザによって「分類 (カテゴリ)」のラベルとして認識されるようになる. この場合は単語「チキン」「サラダ」「スープ」の間に親子関係はないが (図 2 の左上), ユーザがたとえば「分類: サラダ」で絞り込みを行った場合に (図 2 の左下) 「分類: サラダ」の中に「チキン」を含むレシピが多数含まれていれば「分類: サラダ」が親「分類: チキン」が子といった親子関係ができる. 別の検索セッションで, ユーザが「ポテト」でキーワード検索を行うと, 検索の範囲は「分類: ポテト」に限定される (図 2 の右下). 限定された範囲に「サラダ」のレシピが多数含まれていれば「分類: ポテト」が親, 「分類: サラダ」が子という親子関係ができる. つまり, 同じ単語 (たとえば「サラダ」) でも, ユーザが興味を持っている検索範囲が何なのかによって, 範囲内に含まれる料理レシピの文書頻度 (Document Frequency; DF 値) が変わり, 分類の大小 (親子関係) が決定されることとなる. したがって, コーパス中の任意の単語に対して, ユーザの検索意図に応じた関連語推薦を行える必要がある.

また, レシピ全体から派生した料理名の「分類: スープ」の中では「スープ」が親で「チキン」は子になっていたとしても (図 2 の右上), 検索ユーザが「材料」に

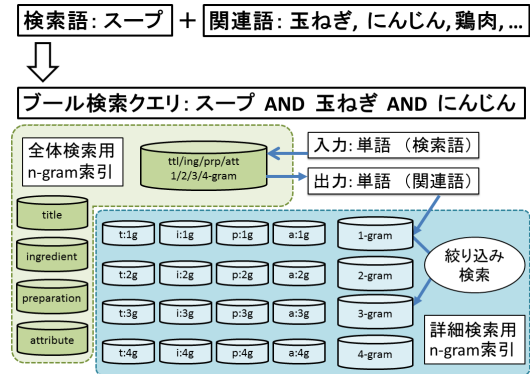


図 3: n-gram 検索を用いた単語による単語の検索.

「チキン」を含むレシピで検索範囲を絞り込み「タイトル」の単語で検索範囲を絞り込みたい場合には「分類: (材料名としての) チキン」が親で, その中に含まれる単語, たとえば「(料理名としての) スープ」や「(料理名としての) サラダ」が子となり, 図 2 とは親子関係が逆になる. 同じ単語でも, レシピの各部分 (タイトル, 材料, 作り方, 属性) の中のどの文脈で使われる単語であるか, を区別する必要がある. したがって「分類の規則性」を考慮した関連語の提示を行うためには, 料理レシピの文書の構造を区別し, ユーザがレシピ中の各部分を指定して, 関連語推薦を行える必要がある.

以上のことを考慮して提案法では図 3 のような「全体検索用の n-gram 索引」と「詳細検索用の n-gram 索引」を用いる. 理論上は n の値に上限はないが実行可能性を考慮して, 以下では, n-gram の n の範囲を 1 から 4 とする. 「全体検索用」は, 検索ユーザが n-gram の長さを決めるための大まかな検索をするための索引である. 「全体検索用」は「タイトル (ttl)」から「属性 (att)」までの n-gram をすべて含むもの (索引数 1 個), および「タイトル」から「属性」までのそれぞれについて n-gram を含むもの (索引数 4 個) である. 「詳細検索用」は 1/2/3/4-gram の長さごとに「タイトル」から「属性」までを含むもの (索引数 4 個), および「タイトル」から「属性」までのそれぞれについて 1/2/3/4-gram をそれぞれ含むもの (索引数 16 個) である. 「検索対象とする索引」と「プール検索クエリ」を検索条件として, 索引間で横断検索を行って, 推薦する関連語を得る. そして, 得られた関連語を「文書頻度 (DF 値)」の降順でユーザに提示する. 具体的には以下の 2 段階の検索で索引間の横断検索を行う.

- 検索 1: プール検索クエリで文書検索
- 検索 2: 得られた文書群の単語を文書頻度順で提示

検索 2 の結果で検索 1 を実行して検索範囲をさらに絞り込むことができ, また, 同じ索引に対して横断検索を行うこともできる. 検索 1 と検索 2 の擬似コードを Algorithm1 と Algorithm2 に示す.

Algorithm 1 Boolean-search to calculate $S(d_i)$.

```

1:  $S(d_i) \leftarrow 0.0$ 
2: for  $t_j \in d_i$  do
3:   if  $t_j$  is included in  $Q_{OR}$  then
4:      $S(d_i) \leftarrow S(d_i) + 1.0$ 
5:   end if
6: end for
7: if any  $t_j \in Q_{AND}$  is not included in  $d_i$  then
8:    $S(d_i) \leftarrow 0.0$ 
9: end if
10: if any  $t_j \in Q_{NOT}$  is included in  $d_i$  then
11:    $S(d_i) \leftarrow 0.0$ 
12: end if

```

Algorithm 2 Cross-search for related terms.

```

1: for  $t_j \in \text{INDEX}_{\text{TARGET}}$  do
2:    $DF(t_j) \leftarrow 0.0$ 
3: end for
4: for  $d_i \in \text{INDEX}_{\text{SOURCE}}$  do
5:   calculate  $S(d_i)$  in  $\text{INDEX}_{\text{SOURCE}}$  with query  $Q$ 
6:   if  $S(d_i) \geq 1.0$  then
7:     for  $t_j \in d_i$  in  $\text{INDEX}_{\text{TARGET}}$  do
8:        $DF(t_j) \leftarrow DF(t_j) + 1.0$ 
9:     end for
10:   end if
11: end for

```

3.2 検索質問拡張

関連語推薦を用いた対話的な質問拡張の検索インタフェースを図4に示す。この検索インタフェースにより、横断検索を行うための索引、プール検索クエリ、関連語の長さ、関連性の種類を指定できる。図4の画面例では、材料に「にんじん(carrot)」と「玉ねぎ(onion)」を含む料理レシピ4725件のタイトルの単語2-gramが文書頻度の高い順に表示されている。この例では、提示された文書頻度上位の1位と2位は「beef_stew (174 126)」、「vegetable_soup (161 103)」である。括弧内の数字は対応するレシピ数(文書頻度)を示しており、矢印の左が「コーパス全体(大分類)」でのレシピ数、矢印()の右が「クエリで絞り込んだ範囲(小分類)」でのレシピ数を表している。開発済みのプロトタイプで入力可能なクエリの形式は以下の2通りである。

- AND 検索: term1 AND term2
- AND/OR/NOT 検索: term1 +term2 -term3

AND 検索では AND のみを演算子として使用する。図4のインタフェースにより画面上の関連語をクリックするだけで、AND 検索のプール検索クエリを簡単に拡張できる。AND/OR/NOT 検索では AND/NOT の単語の前に記号+/-をつけ、OR には何もつけない。ユーザは、テキストフィールド内のクエリを編集することで、プール検索クエリの修正や拡張が行える。

「(term1 OR term2) AND (term3 OR term4)」のような複雑なクエリを入力する直感的なインタフェースの検討は今後の課題とする。

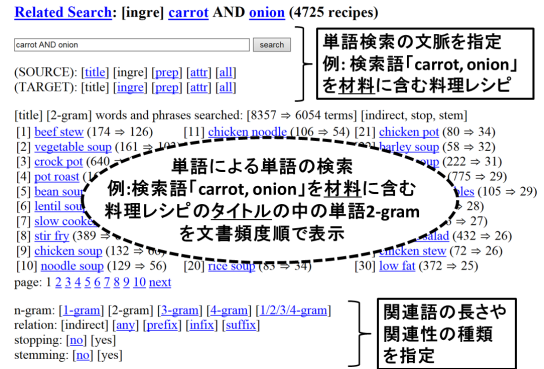


図4: 関連語推薦を用いた質問拡張.

4 評価実験

提案手法では、以下の点を考慮して、関連語推薦を行っている。

- 分類の規則性: 料理レシピの文書構造
- 分類の粒度: 単語 n-gram の長さ

そこで、これらの2点について、NTCIR-11 RECIPE タスクのテストコレクションを用いて評価実験を行い、提案手法の有効性を確認した。行った実験の詳細について次に説明する。

4.1 実験データと実験方法

NTCIR-11 の料理レシピ検索タスク [10] で構築された英語のアドホック検索のテストコレクションを用いた評価実験を行った。使用したテストコレクションは検索クエリ、コーパス、適合判定ファイルの3つのデータから構成される。検索クエリは Yummly [11] のサーバの検索ログから抽出した実際の検索ユーザのクエリ 500 件である。検索対象のコーパスは “Yummly Recipe Data v1” であり、JSON 形式の英語の料理レシピ 101,783 件を含む。タスク参加者による人手による適合判定と Yummly のサーバのアクセス履歴から作成した適合文書例を合わせた適合文書 6,258 件が適合判定ファイルで定義されている。提案法の有効性を確認するため、検索条件を以下のように変化させて5つの「検索結果ファイル(以降、runと呼ぶ)」を作成した。

- run0: クエリの全単語でレシピ全体を OR 検索
- run1: 否定語を除去して run0 と同じ OR 検索
- run2: AND/NOT を追加して run1 と同じ検索
- run3: AND/NOT を n-gram にして run2 と同じ検索
- run4: レシピ各部に対して run3 と同じ検索
- run5: OR も n-gram にして run4 と同じ検索

否定語 (neg) と肯定語 (pos) は、以下の手がかり表現のパターンマッチにより、否定的表現を含む場合は否定語、肯定的表現を含む場合は肯定語としたが、「否定形で肯定的な意味のある肯定語」は肯定語とした。

表 2: 実験結果.

	boolean operation		n-gram length		search part		results	
	pos/neg	operator	or	and/not	or	and/not	MAP	relret
run0	n/a	or	word(1-gram)	n/a	all	all	0.2603	5471
run1	pos	or	word(1-gram)	n/a	all	all	0.2902***	5775
run2	pos, neg	or, and, not	word(1-gram)	word(1-gram)	all	all	0.2903***	5604
run3	pos, neg	or, and, not	word(1-gram)	1/2/3/4-gram	all	all	0.2967***	5523
run4	pos, neg	or, and, not	word(1-gram)	1/2/3/4-gram	all, ttl, ing, prp, att	ing	0.4131***	5996
run5	pos, neg	or, and, not	1/2/3/4-gram	1/2/3/4-gram	all, ttl, ing, prp, att	ing	0.4212***	5999

***ベースライン (run0) との差が有意水準 0.1%で有意 ($p < 0.001$)

- 否定的表現: free, less, no, with_no, without
- 肯定的表現: and, with
- 否定形の肯定語: no_bake, no_cook, no_crust, gluten_free, dairy_free, fat_free, cholesterol_free

また, 以下の否定的表現「less」にマッチする n-gram は否定語であると同時に肯定語でもあるため, 結合された形の単語 1-gram を肯定語とし, 分割された形の単語 2-gram を否定語とした.

- 肯定語扱いの 1-gram: eggless, flourless
- 否定語扱いの 2-gram: egg_less, flour_less

また, 先頭に否定的単語がある検索クエリは, 否定的表現 (例: no) の直後の単語 1 個のみ (以下の例では flour のみ) を否定語扱いとした.

- 例) no_flour_cream_soup $\Rightarrow$ no_flour

評価用の検索システムとしては連想計算エンジン GETA[12] を用い, 文書検索のスコア計算には, 文書長による重み調整を工夫している Singhal らの手法 [13] に基づく実装 WT_SMART を使用した. また, 英語の単語の接辞処理には, Porter ステマー [14] を使用し, 以下の単語をストップワードとした.

- ストップワード: in, for, or

レシピの各部を検索する run4 と run5 は, レシピ全体 (all) と, タイトル (ttl), 材料 (ing), 作り方 (prp), 属性 (att) の各部をそれぞれ検索して, 得られた 5 つの検索結果の文書スコアをマージして生成したデータ融合 (Data Fusion) の検索結果である. 具体的には, 以下の式 (1) で文書 d_i のスコア $S_c(d_i)$ の計算を行った.

$$S_c(d_i) = a_0 * S_0(d_i) + a_1 * S_1(d_i) + a_2 * S_2(d_i) + a_3 * S_3(d_i) + a_4 * S_4(d_i) \quad (1)$$

式 (1) の $S_0(d_i), S_1(d_i), S_2(d_i), S_3(d_i), S_4(d_i)$ はレシピ全体 (all), タイトル (ttl), 材料 (ing), 作り方 (prp),

表 3: MAP 値の比較における t 検定の p 値.

	run0	run1	run2	run3	run4	run5
run0	n/a	***	***	***	***	***
run1	—	n/a	0.928	0.197	***	***
run2	—	—	n/a	0.233	***	***
run3	—	—	—	n/a	***	***
run4	—	—	—	—	n/a	*
run5	—	—	—	—	—	n/a

* $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

属性 (att) の検索結果中の文書 d_i のスコア, a_0 から a_4 はデータ融合のパラメータを表している. データ融合のパラメータ a_1 から a_4 は, NTCIR-11 RECIPE の参加グループ OKSAT[15] の報告を参考に, それぞれ 0.4, 0.4, 0.2, 0.2 とした. またレシピ全体 (all) の重みを与えるパラメータ a_0 は, データ融合の分析的手法 [16] 用いて最適値を求め, $a_0 = 14$ とした.

4.2 実験結果と考察

実験結果を表 2 に示す. run0 はベースラインである. run5 は提案法の特徴を評価するための run であり, AND/OR/NOT のすべてにおいてクエリ中の意味のある単語の並びが連結された n-gram 検索である. run1 から run3 は比較対象の run であり, 文書の各部を区別せず, 料理レシピ 1 つを 1 件の文書データとする検索である. run4 と run5 はともに料理レシピの文書構造を考慮した検索である. run4 は run5 の比較対象とするために, AND と NOT のみが n-gram 検索で, OR 条件は n-gram ではなく単語の検索となっている. 表 2 の MAP は MAP 値 (Mean Average Precision), relret は検索された適合文書数 (relevant returned document) を示している.

MAP 値 (表 2) の比較に対応のある t 検定を用いた分析を行った結果, run0 と比較した場合は run1 から run5 のすべてに有意差が認められた (有意水準 0.1%). run0 から run5 の組み合わせについて MAP 値の差の比較における p 値を表 3 に示す. run1 から run3 は MAP 値 (表 2) で比較すれば有効性向上の傾向が見られたが,

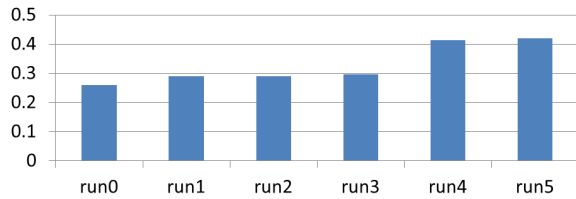


図 5: MAP(Mean Average Precision) 値.

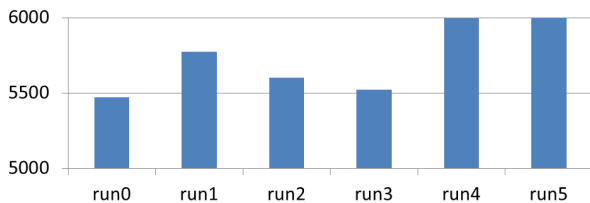


図 6: 検索された適合文書の数 (relret).

有意差は認められなかった。run4 と run5 を run1 から run3 と比較した場合に 0.1% の有意水準で有意な差が認められた。run4 と run5 を比較した場合は有意水準 5% で有意な差が認められた。

各 run の MAP 値と検索された適合文書数 (relret) を図 5 と図 6 に示す。run1 から run3 は、MAP 値で比較すると大きな差は無いが、run2 と run3 では検索された適合文書数が減少している。この原因としては、run1 は否定語を削除した OR 条件の検索であるため否定語が影響しないこと、また、run2 と run3 は「卵白を含まない (no egg whites)」などの否定語 (NOT 条件) や、「ゴートチーズを含む (with goat cheese)」「イエローケーキミックスを使う (with yellow cake mix)」などの肯定語 (AND 条件) が、肯定・否定の対象となる文脈以外も含めて、文書全体に適用され、文書フィルタリングが過剰に行われたことが影響したと考えられる。

以上の結果から、料理レシピ検索において、「レシピの文書構造を考慮して、タイトル、材料、作り方、等の各部を区別すること」および「意味のある単語は分割せずに単語 n-gram の形で連結すること」が検索の有効性の向上に役立つことが確認できた。

5 おわりに

本論文では、料理レシピの検索を行う際に検索結果を効率的に絞り込むことを目的として、料理レシピコーパス中の任意の単語に対する関連語を推薦する手法を検討した。提案手法では、「分類の粒度」と「分類の規則性」を考慮した関連語推薦を行う。具体的には、料理レシピの文書の構造に注目し、タイトルや材料等の用例の異なる文脈に対して、単語の n-gram 索引をそれぞれ作成し、単語による単語の検索を索引間で横断的に行う。提案法の特徴は「文書の構造を考慮し、単語が出現する文脈によって意味を区別している点」と「単語

を意味のあるまとまりで連結した単語 n-gram として扱う点」の 2 点である。これらの点について NTCIR-11 の料理レシピ検索タスクのテストコレクションを用いて評価し、検索有効性の向上を確認した。

今後の研究で集合演算の演算子 (AND/OR/NOT) を用いた複雑なブール検索クエリを簡単に入力するための直感的な検索インタフェースを検討する。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP26330363 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 杉本悦郎, 野口忠, 伏木亨, 垣沼淳司. 何を食べたらよいのか—氾濫する情報にふりまわされないために. 学会出版センター, 1999.
- [2] M. A. Hearst. *Search User Interfaces*. Cambridge University Press, 2009.
- [3] M. A. Hearst. Clustering versus faceted categories for information exploration. *Communications of the ACM*, Vol. 49, No. 4, pp. 59–61, 2006.
- [4] M. Käkä. Findex: search result categories help users when document ranking fails. In *Proc. of SIGCHI '05*, pp. 131–140, 2005.
- [5] O. Zamir and O. Etzioni. Grouper: a dynamic clustering interface to web search results. In *Proc. of WWW '99*, pp. 1361–1374, 1999.
- [6] 調理用語辞典. 全国調理師養成施設協会, 1999.
- [7] G. Druck. Recipe attribute prediction using review text as supervision. In *Proc. of CwC (IJCAI workshop)*, 1999. http://liris.cnrs.fr/CwC/papers/cwc2013_submission_6.pdf.
- [8] 土居洋子, 辻田美穂, 難波英嗣, 竹澤寿幸, 角谷和俊. 料理レシピと特許データベースからのオントロジ構築. 信学技報 IMQ, Vol. 113, No. 468, pp. 37–42, 2014.
- [9] 早川文代. 日本語テクスチャー用語の体系化と官能評価への利用. 日本食品科学工学会誌, Vol. 6, No. 7, pp. 311–322, 2013.
- [10] M. Yasukawa, F. Diaz, G. Druck, and N. Tsukada. Overview of the NTCIR-11 cooking recipe search task. In *Proc. of the 11th NTCIR*, pp. 483–496, 2014.
- [11] Yummly: Personalized recipe recommendations and search. <http://www.yummly.com/>.
- [12] GETA. <http://geta.ex.nii.ac.jp/>.
- [13] A. Singhal, C. Buckley, and M. Mitra. Pivoted document length normalization. In *Proc. of SIGIR*, pp. 21–29, 1996.
- [14] M.F. Porter. An algorithm for suffix stripping. *Program*, Vol. 14, No. 3, pp. 130–137, 1966.
- [15] Takashi Sato, Shingo Aoki, and Yuta Morishita. OK-SAT at NTCIR-11 recipesearch. In *Proc. of the 11th NTCIR*, pp. 499–502, 2014.
- [16] M. Yasukawa, J. S. Culpepper, and F. Scholer. Data fusion for Japanese term and character n-gram search. In *Proc. of the 20th ADCS*, pp. 10:1–10:4, 2015.