

レシピ手順の順序関係を用いた詳細度算出手法

染谷 侑希[†] 北山 大輔[†]

[†] 工学院大学情報学部コンピュータ科学科 〒163-8677 東京都新宿区西新宿 1-24-2

E-mail: tj111061@ns.kogakuin.ac.jp, tkitayama@cc.kogakuin.ac.jp

あらまし 近年、クックパッドや楽天レシピのようなユーザ投稿型レシピサイトには数多くのレシピが存在している。多くのレシピを簡単に調べることができる一方、ユーザが参考にしてもよいレシピを発見するのは非常に困難である。そこで、本研究では参考にしてもよいレシピを詳細に書かれたレシピと定義し、レシピ手順に着目することで詳細に書かれたレシピの推薦を目的としている。本手法では、レシピ間において同じ動詞が出てくる手順同士が、同じ手順を表していると仮定し対応付けを行った。手順の対応付けを行う際、動詞の出現する順序関係を考慮し、無向グラフを用いて支持度スコアを算出することで、一定の支持度スコアがある場合のみ手順が対応付いていることとした。そして、対応付けした手順の文字数と手順数の重み付けを利用し、詳細度として算出することで詳細なレシピを推薦する。キーワード レシピ、順序関係、手順分析

1. はじめに

近年、インターネットなどを利用して一般ユーザが Web 上に投稿したレシピを共有し検索することのできるユーザ投稿型レシピサイトが日常的に利用されている。代表的なレシピサイトとして COOKPAD^(注1) や楽天レシピ^(注2) などが知られている。2014 年 12 月現在、日本最大のユーザ投稿型レシピサイトである COOKPAD においては約 191 万レシピが掲載されており、楽天レシピには約 91 万レシピが掲載されている。このような、数多く存在するレシピの中からユーザがレシピを一つ一つ閲覧していくのは非常に手間のかかる作業である。また、ユーザ投稿型レシピサイトは一般ユーザが気軽にレシピを投稿できるため、その詳細さは様々である。ある手順について詳細に知りたい場合、ユーザはより多くのレシピを閲覧する必要があり、どのレシピを参考にするのかを決めることは大きな負担となっている。

詳細に書かれたレシピについて説明する。たとえば、あるレシピで 1 つの手順で書かれていることが別のレシピで複数の手順に書かれている場合、その手順に対しては詳細に書かれていると考えられる。図 1 は、「あんかけ焼きそば」について書かれた 2 種類のレシピである。レシピ X では肉や野菜などを炒めることについて 1 つの手順で書かれており、レシピ Y では 3 つの手順に分かれて書かれている。このように、レシピ X とレシピ Y を比較すると炒めることに関しては、レシピ Y の方が詳細に書かれていると判断することができる。「あんかけ焼きそば」の炒めることに関して詳細な手順が欲しいユーザには、レシピ Y を推薦することができる。このことから、本研究ではある手順について詳細に書かれたレシピを抽出する手法を提案する。

本稿の構成は以下のとおりである。2 章では、本研究の概要と関連研究について述べる。3 章では、順序関係に基づいた動

詞パターンの抽出、無向グラフを用いた手順の対応付け、詳細度の算出について述べる。4 章では、プロトタイプシステムについて述べる。5 章では、行った実験に対して得られた結果から考察を行う。6 章では、まとめと今後の課題について述べる。

2. 本研究の概要と関連研究

2.1 本研究の概要

本研究では、レシピ間において手順の対応付けを行い、対応付いた手順に対する詳細度を算出する。まず、手順の対応付けを行うために、2 つのレシピ間において共通して出現する動詞を抽出する。その抽出した動詞を、基準となるレシピ中の連続して出現する順に動詞パターンを作成する。作成した動詞パターンと比較対象であるレシピに共通して出現する動詞の順序関係を比較し、無向グラフを作成する。作成した無向グラフを用いて手順の対応付けの支持度スコアを算出する。その結果、支持度スコアが平均以上の場合に手順の対応付けを行う。その対応付いた手順に対し、それぞれの手順の文字数と手順数の重み付けを利用して、詳細度を算出する。

2.2 関連研究

レシピ手順の分析を行う研究としては、これまでも様々な研究が行われてきた。湯本 [1] は手順の対応関係の関連度に基づいて、動作とその対象のペアとして表現しているハウツー情報の検索結果を階層的にまとめ、ツリーのリストとして提示する手法を提案している。関連度とは、共通度、被覆度、ばらつき度を用いて定義しており、この関連度の大小関係に基づいてハウツー情報を階層化している。この研究では、階層化を行う単位は、コンテンツ（レシピ）であり、我々が扱う手順単位の階層化を行うことはできない。

杉山ら [2] は各レシピのレシピ手順を既存手法により構造化し、それらのレシピの多くが共有する手順と、各レシピ間の差異を発見することで、その料理の典型的なレシピ手順と各レシピの特徴をユーザに提示できるシステムを提案している。特徴抽出に関しては、「食材の種類」「下ごしらえ」「調理行程の順

(注1) : <http://cookpad.com/>

(注2) : <http://recipe.rakuten.co.jp/>

序」の3つの特徴を抽出している。この研究では、典型的なレシピ手順を定義し、その定義した手順と、あるレシピ手順の比較を行っており、我々が行うレシピ間における手順同士の比較をすることはできない。

山肩ら[3]はレシピのレシピ手順説明文より、そのレシピ手順の流れを表し、その調理の材料である食材、道具、及び調理動作からなるツリーを生成する手法を提案している。ツリーの生成方法としては、自然言語解析の結果をもとに導出している。この研究では、レシピ単体のレシピ手順の流れに基づいてツリー化している。我々は単純に順序関係のみを用いているが、このように構造化することで、対応付けの精度を上げることが可能であると考えられる。

菊米ら[4]は料理レシピテキストの構造解析に関する既存手法の、レシピに記載されている多種多様な表現が精度を下げる問題点を解消する手法を提案している。多種多様な表現に対する処理として、擬音語辞書の追加、「(食材)以外」や「すべての(食材)」などの複数の食材をまとめて示す表現の場合は食材名に置換、「にんじんは薄切り」のような文末がサ変名詞の場合は「する」を追加、などを行っている。この研究では、レシピ単体における手順の構造解析の高精度化を行っている。我々は単純に順序関係のみを用いているが、このように構造化することで、対応付けの精度を上げることが可能であると考えられる。

志土地ら[5]はマルチメディア情報を用いて料理手順中の分りにくい箇所にも補足する説明を抽出する手法を提案している。分りにくい箇所にも補足する説明を抽出する手法として、レーベンシュタイン距離を用いて調理動作の類似性の尺度とし、距離が小さいほど調理動作が類似しているとしている。この研究では、レシピにある情報を付加することのみを行っており、我々が行う既存レシピを活用することができない。

西原ら[6]は料理レシピを対象として、手順の全体像すなわちアウトラインに要約する手法を提案している。アウトラインに要約する手法として、教師あり学習を用いて手順の各段階ごとに主要な動作表現を抽出し、それらを連結することで行っている。この研究では、手順を要約することを行っており、我々が行う詳細に書かれた手順を抽出することができない。

難波ら[7]は複数テキスト要約の技術を用いて、レシピサイトに投稿された特定の料理に関する複数のレシピから、その料理で使う典型的な材料と調理手順を出力する手法を提案している。複数レシピの要約を行う手法として、「材料-魚介」「材料-肉」「材料-野菜」「材料-その他」「調味料」「調理器具」「動作」の7種類からなる概念辞書と同義語辞書を作成し、その辞書をもとに述語項構造解析を行っている。この研究では、著者が定義した定型表現をもとに手順の対応付けを行っており、我々が行う比較するレシピ間によって対応付く手順が異なる、柔軟な手順の対応付けを行うことができない。

松島ら[8]は複数の料理まとめて効率よく作ることのできるシミュレーテッド・アニーリングを用いた多種料理の調理順最適化アルゴリズムを提案している。提案アルゴリズムとしては、各料理のレシピ手順を「切る」「加熱する」などの作業段階に分解し、それらの作業順を異なる料理間で適切に並び替えるこ

とで、最適な調理順を探索している。この研究では、レシピ手順を入れ替えることを行っており、我々が行う既存レシピを活用することができない。

杉本ら[9]は既存のレシピをもとに、複数の料理を並行して調理するための一連の調理スケジュールを構成する手法を提案している。調理スケジュールを構成する手法として、レシピに書かれているレシピ手順を構造化し、コンロや調理人を制約とした並行調理スケジュールを構成するためのレシピを新たに作成している。この研究では、レシピ手順の順序関係は各レシピに準じているが、我々が行うレシピ間におけるレシピ手順の順序関係の信頼性は考慮していない。

2.3 予備実験

どのような手順が詳細さに影響するのか確認するために予備実験1を行った。「あんかけ焼きそば」と「オムライス」に対して、「一つの手順で書かれている場合」「複数の手順で書かれている場合」「平均文字数が少ない場合」「平均文字数が多い場合」「レシピ手順に画像が付与している場合」「レシピ手順に画像が付与していない場合」に当てはまる8パターンの手順を用意した。いずれの手順も該当料理の同一手順を示すものである。被験者である10人(表1及び表2のP1~P10)は、この8パターンの手順を見て、詳細に書かれていると思う順番に並べた。結果を表1と表2に示す。表1と表2の被験者の列はその被験者がつけた順位であり、スコアはその順位をレシピごとに総和した値である。このとき、スコアが低ければ詳細に書かれていることになる。また、スコア順位はスコアの順位であり、これを全体的な詳細さであると考え。たとえば、表1のAが一番詳細に書かれていると思う条件のレシピは、複数の手順で書かれており、平均文字数が少なく、画像が付与されていない場合である。そこで、「あんかけ焼きそば」の結果、手順数に着目すると、スコア順位の上位4件のうち3件が複数の手順で書かれている場合であった。また、平均文字数に着目すると、スコア順位の上位4件のうち3件が平均文字数が多い場合であり、画像の有無に着目すると、スコア順位の上位4件のうち2件が画像が付与されている場合であった。「オムライス」の結果、手順数に着目すると、スコア順位の上位4件のうち3件が複数の手順で書かれている場合であった。また、平均文字数に着目すると、スコア順位の上位4件のうち3件が平均文字数が多い場合であり、画像の有無に着目すると、スコア順位の上位4件のうち3件が画像が付与されている場合であった。このように、ユーザが詳細に書かれていると思う要因に、手順数、平均文字数および画像の有無が関係していることが分かった。しかし、画像の有無は手順数と平均文字数に比べると、影響を及ぼすことが少ないため、本研究では考慮しないものとする。予備実験1の結果、手順数と各手順の平均文字数が多ければ、詳細さが上昇することを確認した。しかしながら、手順数と各手順の平均文字数は両方使うと、その箇所の総文字数となる。そのため、総文字数と手順数の関係を測るために追加で予備実験2を行った。「あんかけ焼きそば」と「オムライス」に対して、総文字数をほぼ同じにした「1つの手順で書かれている場合」「2つの手順で書かれている場合」「3つの手順で書かれている場合」「4

表 1 「あんかけ焼きそば」についての予備実験 1 の結果

手順数	平均文字数	総文字数	画像	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	スコア	スコア順位
1つの手順	少	17	有	8	8	7	8	8	6	8	7	8	8	76	8
1つの手順	少	48	無	6	7	8	6	6	8	6	8	6	2	63	7
1つの手順	多	52	有	3	6	5	3	7	2	5	6	7	5	49	5
1つの手順	多	72	無	5	3	4	1	3	5	1	4	5	1	32	3
複数の手順	少	96	有	1	1	1	5	1	1	2	1	2	6	21	1
複数の手順	少	39	無	7	5	6	7	5	7	7	5	3	7	59	6
複数の手順	多	92	有	4	4	2	4	4	3	4	2	4	4	35	4
複数の手順	多	130	無	2	2	3	2	2	4	3	3	1	3	25	2

表 2 「オムライス」についての予備実験 1 の結果

手順数	平均文字数	総文字数	画像	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	スコア	スコア順位
1つの手順	少	53	有	4	6	5	5	5	3	7	6	5	6	52	5
1つの手順	少	33	無	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	79	8
1つの手順	多	70	有	3	3	4	2	2	2	3	4	2	3	28	3
1つの手順	多	64	無	7	4	8	7	7	5	5	7	7	4	61	6
複数の手順	少	118	有	2	2	2	1	3	1	1	3	4	1	20	1
複数の手順	少	63	無	6	7	6	6	6	7	6	5	6	7	62	7
複数の手順	多	133	有	1	5	1	4	4	4	2	1	1	2	25	2
複数の手順	多	114	無	5	1	3	3	1	6	4	2	3	5	33	4

表 3 「あんかけ焼きそば」についての予備実験 2 の結果

手順数	P11	P12	P13	P14	P15	スコア	スコア順位
1	4	4	4	3	4	19	4
2	3	3	3	1	3	13	3
3	2	1	1	2	1	7	1
4	1	2	2	4	2	11	2

表 4 「オムライス」についての予備実験 2 の結果

手順数	P11	P12	P13	P14	P15	スコア	スコア順位
1	1	1	4	4	4	14	4
2	2	2	3	1	3	11	1
3	3	3	2	2	2	12	2
4	4	4	1	3	1	13	3

つの手順で書かれている場合」の 4 パターンの手順を用意した。被験者である 5 人（表 3 及び表 4 の P11～P15）は、この 4 パターンの手順を見て、詳細に書かれていると思う順番に並べた。結果を表 3 と表 4 に示す。予備実験 1 と同様に、表 3 と表 4 の列はその被験者がつけた順位であり、スコアはその順位をレシピごとに総和した値である。また、スコア順位はスコアの順位であり、これを全体的な詳細さであると考えた。「あんかけ焼きそば」と「オムライス」の予備実験 2 の結果、1 つの手順数で書かれている場合、どちらのレシピでもスコア順位が最下位となった。2 つの予備実験を行った結果、手順が複数で書かれており総文字数が多い場合、詳細さが高い結果になった。なお予備実験 1 より、主要因はその箇所の総文字数であり、予備実験 2 より、手順数の分割度合いが副要因として影響していると考えられる。

3. レシピ間における詳細度算出手法

本研究では、詳細に書かれたレシピを推薦するために、レシピ間において手順の対応付けを行い、対応づいた手順の文字数と手順数の重み付けを利用した詳細度を算出する手法を提案する。提案手法は、以下のステップから構成される。

- (1) 動詞間の順序関係に基づいた動詞パターンの抽出
- (2) 無向グラフを用いた手順の対応付け
- (3) 対応付いた文字数と手順数の重み付けによる詳細度の

算出

以下に、それぞれのステップについて説明する。なお、対象とするレシピは同じ料理名のクエリで検索されることが条件である。

3.1 動詞間の順序関係に基づいた動詞パターンの抽出

基準となるレシピ X を選択し、そのレシピと同じ料理名のレシピ Y を選択する。両レシピを MeCab [10] を用いて形態素解



図 1 詳細な手順のイメージ

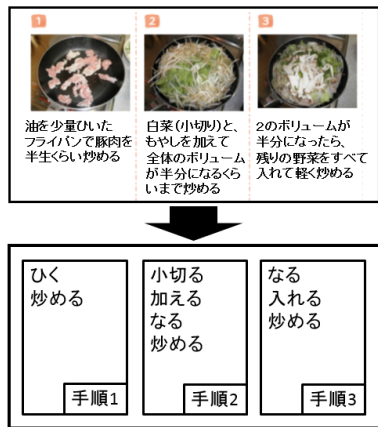


図2 レシピから抽出した動詞の原形の例

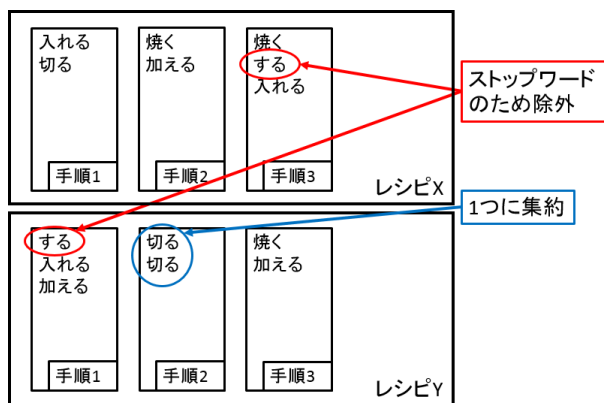


図3 動詞パターンの抽出例

析にかけ動詞の原形を抽出する。ある手順から抽出した動詞の原形の例を図2に示す。動詞を抽出する際、品詞細分類が非自立及び接尾の動詞は抽出の対象外とする。また、「ある」「する」「なる」「いる」のそれだけでは意味を持たないような動詞の原形はストップワードと定義し除外する。ストップワードを除いた両レシピに共通して出現する動詞の原形（以後、共通動詞と呼ぶ）が出てくる手順同士が、対応する手順を表している可能性があると仮定する。そして、レシピXに出現する共通動詞の前後を取得し、動詞パターンを作成する。この動詞パターンを手順の対応付けを行う単位とする。このとき、同じ手順内に2つ以上連続して同じ共通動詞が出現する場合、1つに集約する。

たとえば図3の場合、手順内に書かれている動詞は共通動詞である。このとき、共通動詞である「する」はストップワードのため動詞パターンから除外する。また、レシピYの手順2の「切る」は同じ手順内に2つ以上連続して出現する動詞のため1つに集約する。動詞パターンについては、レシピXを基準に求めるため、図3で作成する動詞パターンは「入れる→切る」「切る→焼く」「焼く→加える」「加える→焼く」「焼く→入れる」の5パターンである。この5パターンそれぞれに対して手順の対応付けを行っていく。

3.2 無向グラフを用いた手順の対応付け

レシピXより作成した動詞パターンとレシピYに出現する共通動詞の順序関係を考慮し、無向グラフを用いることで手順

の対応付けを行う。対応付けの方法は以下に示す。

(1) レシピY中より、レシピXに出現する動詞パターンと同じ順序関係で出現する共通動詞を、対応する動詞パターンの候補として抽出する。複数個存在する場合、共通動詞の距離が最小になるものを用いる。ここで距離は、動詞間に存在する他の共通動詞の数である。

(2) (1)をレシピXに出現する全ての動詞パターンで実行し対応する動詞パターンの候補を探す。

図3の場合を以下に示す。「入れる→切る」の動詞パターンとレシピYに出現する同じ順序関係の共通動詞の距離が最小となるのは、レシピYの手順1の「入れる」と手順2の「切る」であり、これに対応する動詞パターンの候補とする。次に、「切る→焼く」の動詞パターンとレシピYに出現する同じ順序関係の共通動詞の距離が最小となるのは、レシピYの手順2の「切る」と手順3の「焼く」であり、これに対応する動詞パターンの候補とする。また、「焼く→加える」の動詞パターンとレシピYに出現する同じ順序関係の共通動詞の距離が最小となるのは、レシピYの手順3の「焼く」と「加える」であり、これに対応する動詞パターンの候補とする。さらに、「加える→焼く」の動詞パターンとレシピYに出現する同じ順序関係の共通動詞の距離が最小となるのは、レシピYの手順1の「加える」と手順3の「焼く」であり、これに対応する動詞パターンの候補とする。最後に、「焼く→入れる」の動詞パターンとレシピYに出現する同じ順序関係の共通動詞の距離が最小となるパターンは無いので、この動詞パターンの候補はない。上記の対応付けした結果を図4に示す。

レシピXに出現する動詞パターンと対応づいているレシピYの共通動詞の候補が複数あった場合、以下を行い手順が対応付けているのか判断する。

(1) レシピXに出現する動詞パターンとレシピYに出現する対応する動詞パターンの候補を全て抽出し、その動詞パターンを頂点とした無向の完全グラフを作成する。このとき、頂点である各ノードを $\{(a), (b), (c), \dots\}$ で表す。

(2) 隣接する動詞パターン間の順序関係をレシピXとレシピYで比較し、順序関係が異なる場合、もしくは、包含関係にある場合、その頂点間における無向グラフの隣接関係を除外する。

(3) 無向グラフの各ノード支持度の初期値を、 $S_i^{(0)}$ で表し、初期値を1とする。このとき、 $S_i^{(0)} = 1$ となり、 i を各ノードとする。

(4) 支持度を求める計算式を以下の式(1)に示す。

$$S_i^{(k)} = \sum_{e \in E} S_e^{(k-1)} \quad (1)$$

このとき、 E を i に隣接するノード集合とし、 k を計算回数とする。

(5) k を増大させ、支持度の順位が収束するまで行う。

(6) 各ノードの支持度の平均をとり、平均以上となる頂点が対応する動詞パターンであると判断する。

以下に具体例で説明する。なお、 k は4回まで行った。図4

表 5 各ノード支持度の計算結果

	$i = (a)$	$i = (b)$	$i = (c)$	$i = (d)$
$k = 0$	$S_a^{(0)} = 1$	$S_b^{(0)} = 1$	$S_c^{(0)} = 1$	$S_d^{(0)} = 1$
$k = 1$	$S_a^{(1)} = S_b^{(0)} + S_c^{(0)} + S_d^{(0)} = 3$	$S_b^{(1)} = S_a^{(0)} + S_c^{(0)} = 2$	$S_c^{(1)} = S_a^{(0)} + S_b^{(0)} = 2$	$S_d^{(1)} = S_a^{(0)} = 1$
$k = 2$	$S_a^{(2)} = S_b^{(1)} + S_c^{(1)} + S_d^{(1)} = 5$	$S_b^{(2)} = S_a^{(1)} + S_c^{(1)} = 5$	$S_c^{(2)} = S_a^{(1)} + S_b^{(1)} = 5$	$S_d^{(2)} = S_a^{(1)} = 3$
$k = 3$	$S_a^{(3)} = S_b^{(2)} + S_c^{(2)} + S_d^{(2)} = 13$	$S_b^{(3)} = S_a^{(2)} + S_c^{(2)} = 10$	$S_c^{(3)} = S_a^{(2)} + S_b^{(2)} = 10$	$S_d^{(3)} = S_a^{(2)} = 5$
$k = 4$	$S_a^{(4)} = S_b^{(3)} + S_c^{(3)} + S_d^{(3)} = 25$	$S_b^{(4)} = S_a^{(3)} + S_c^{(3)} = 23$	$S_c^{(4)} = S_a^{(3)} + S_b^{(3)} = 23$	$S_d^{(4)} = S_a^{(3)} = 13$

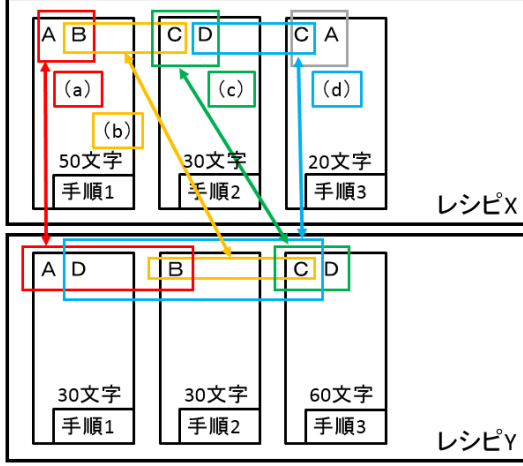


図 4 手順の対応付けの候補例:「入れる」を「A」,「切る」を「B」,「焼く」を「C」,「加える」を「D」で表している.

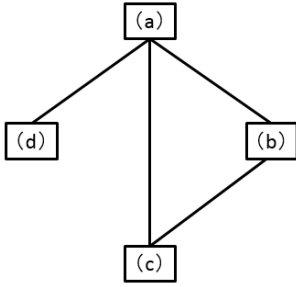


図 5 図 4 の動詞パターンの順序関係から作られる無向グラフ

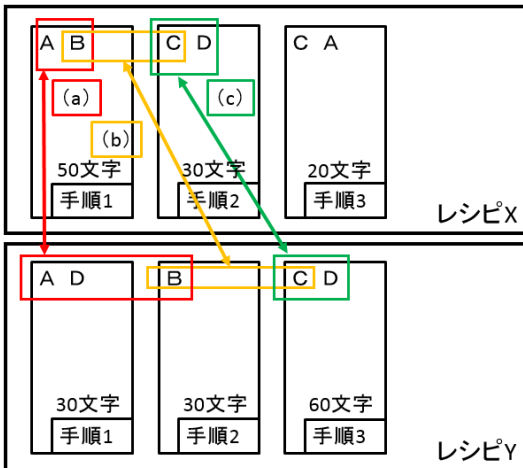


図 6 図 5 から算出した支持度により対応付いた手順

の場合, (c) と (d) を見ると順序関係が逆になっている. 具体的には, レシピ X では (c), (d) の順で出現しているが, レシ

ピ Y では (d), (c) の順に出現している. このとき, 無向グラフの (c) と (d) の隣接関係を除外する. また, (b) と (d) は包含関係になっている. 具体的には, (d) に (b) が含まれている. このとき, 無向グラフの (b) と (d) の隣接関係を除外する. この結果, 残った無向グラフは図 5 のようになる. 支持度の初期値は, $S_a^{(0)} = 1$, $S_b^{(0)} = 1$, $S_c^{(0)} = 1$, $S_d^{(0)} = 1$ であり, 支持度の初期値をもとに, 支持度スコアを算出する. 各ノード支持度の計算結果を表 5 に示す. 表 5 より, 支持度スコアである $S_a^{(4)}$, $S_b^{(4)}$, $S_c^{(4)}$, $S_d^{(4)}$ の平均は 21 となり, この値を超えているのは $S_a^{(4)}$, $S_b^{(4)}$, $S_c^{(4)}$ である. つまり, (a), (b), (c) が出現する手順が対応付いていることになる. 対応付いた動詞パターンと共通動詞を図 6 に示す.

3.3 対応付いた文字数と手順数の重み付けによる詳細度の算出

ある手順 P に着目した詳細度を求める計算式を以下の式 (2) に示す.

$$Detail(X, Y, P) = \sum_{i \in v(P)} diff(X, Y, i) \quad (2)$$

このとき, X 及び Y をレシピとし, $v(P)$ を手順 P に出現する共通動詞を含む動詞パターン集合とする. i はそこから取り出された 1 つの動詞パターンである. 次に, $diff(X, Y, i)$ を求める計算式を以下の式 (3) に示す.

$$diff(X, Y, i) = \alpha \times letter(Y, j) \times (1 - \alpha)step(Y, i) - \alpha \times letter(X, j) \times (1 - \alpha)step(X, i) \quad (3)$$

式 (3) の $step(Y, i)$ は, レシピ Y に出現する動詞パターン i の範囲内の手順数であり, $letter(Y, i)$ は, レシピ Y に出現する動詞パターン i の範囲内における手順の総文字数である. また, 予備実験より $\alpha \geq 0.5$ と考えられ, 本稿では, $\alpha = 0.7$ とする. たとえば, 図 6 のレシピ X の手順 1 に関する詳細度を算出する. このとき, $Detail(X, Y, 1) = diff(X, Y, a) + diff(X, Y, b)$ となる. また, $diff(X, Y, a) = 0.7 \times (30 + 30) \times (1 - 0.7) \times 2 - 0.7 \times 50 \times (1 - 0.7) \times 1 = 14.7$ となり, $diff(X, Y, b) = 0.7 \times (30 + 60) \times (1 - 0.7) \times 2 - 0.7 \times (50 + 30) \times (1 - 0.7) \times 2 = 4.2$ となる. よって, $Detail(X, Y, 1) = 14.7 + 4.2 = 18.9$ となる. つまり, レシピ X の手順 1 から見たレシピ Y の詳細度は 18.9 となる.

4. プロトタイプシステム

本手法に基づき, プロトタイプシステムを作成した. プロトタイプシステムの構成を図 7 に示す. レシピデータベースとして, 楽天データ公開の楽天レシピデータを用いた [11]. ユーザ

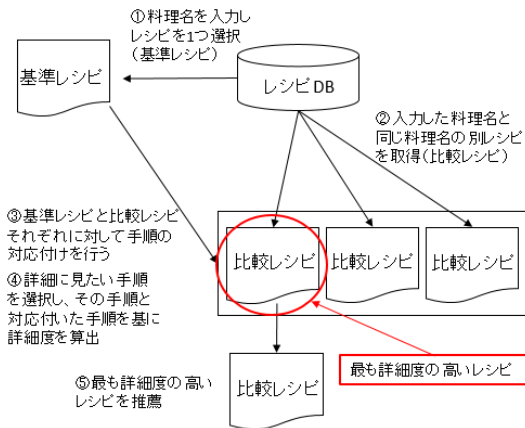


図7 プロトタイプシステムの構成

は、料理名をクエリとして入力し検索されたレシピを一つ選択できる。このレシピを基準レシピとする。次に、システム側でユーザが入力した料理名と同じ料理名で別のレシピを検索し、10件取得する。これを比較レシピとする。さらに、基準レシピと比較レシピのそれぞれに対し、本手法を用いて手順の対応付けを行う。プロトタイプシステムでは、ユーザは基準レシピの中から詳細に見たいと思う手順を選択できる。ユーザが選択した詳細に見たい手順と対応付いた手順に基づき、本手法を用いて比較レシピごとに詳細度を算出する。その結果、最も詳細度の高い比較レシピをユーザに推薦する。

5. 評価実験

5.1 手順の対応付けの評価実験

被験者10人（表6～表9のP1～P10）に対して、提案手法である動詞パターンの順序関係を用いた、レシピ手順の対応付けの評価を行う。その際、共通して出現する動詞が出てくる手順を対応付ける手法（比較手法）と比較する。実験データとして楽天レシピの料理検索で、「チョコレート」「ハンバーグ」「鮭のムニエル」「ペペロンチーノ」「酢豚」のクエリで出力されるレシピを2種類づつ用意した。これらは、料理カテゴリが異なるように選択した。被験者は、同じクエリのレシピごとに、対応付いていると思う手順を選択した。被験者が選択した手順を正解とし、提案手法で対応付いた手順及び比較手法で対応付いた手順の部分適合率、部分再現率及びF値を算出した。算出した部分適合率を式(4)に、部分再現率を式(5)に示す。

$$\text{部分適合率} = \frac{\sum_{a \in A} \sum_{r \in R} \frac{|r_x \cap a_x|}{|r_x \cup a_x|} \times \frac{|r_y \cap a_y|}{|r_y \cup a_y|}}{|R|} \quad (4)$$

$$\text{部分再現率} = \frac{\sum_{a \in A} \sum_{r \in R} \frac{|r_x \cap a_x|}{|r_x \cup a_x|} \times \frac{|r_y \cap a_y|}{|r_y \cup a_y|}}{|A|} \quad (5)$$

R は、ある手法による対応付けの集合であり、 r_x はある手法による対応付けのうちレシピXの部分、 r_y はある手法による

表10 比較手法と提案手法のF値

	比較手法	提案手法
チョコレートケーキ	0.11	0.18
ハンバーグ	0.17	0.23
鮭のムニエル	0.47	0.57
ペペロンチーノ	0.25	0.32
酢豚	0.32	0.25
平均	0.26	0.31

対応付けのうちレシピYの部分である。また、 A は被験者が選んだ正解の対応付けの集合であり、 a_x は正解の対応付けのうちレシピXの部分、 a_y は正解の対応付けのうちレシピYの部分である。さらに、式(5)の $exist(r_x, a_x)$ は、 r_x に含まれる手順と a_x に含まれる手順に共通する手順があれば1、なければ0を返す関数である。部分適合率では、ある手法が出力した対応付けのレシピXに関する部分一致率で、レシピYに関する部分一致率をそれぞれ評価して、乗算することで適合率を計算している。部分再現率では、ある正解に対して部分一致する解の平均一致率の平均を、その正解に対する一致率として、再現率を計算している。たとえば、被験者が選んだ正解の手順が、「手順1」と「手順2」、「手順2と3」と「手順5と6」とし、ある手法を用いて算出した手順が、「手順1」と「手順2」、「手順2」と「手順5と6」、「手順5」と「手順7」だとする。このとき、部分適合率は $\frac{(1 \times 1) + (\frac{1}{2} \times 1) + 0}{3} = 0.83$ となる。また、部分再現率は $\frac{(\frac{1 \times 1}{1}) + (\frac{\frac{1}{2} \times 1}{1})}{2} = 1.25$ となる。今回、適合率と再現率を通常とは異なる計算を行った理由として、部分一致の場合も評価するためである。本来の適合率と再現率だと、分子としては完全一致が条件である。しかし、手順の対応付けの場合は、部分一致でも手順の一部が対応付いていることになる。よって、適合率と再現率を部分一致でも評価できるように、上記の式で算出した。

5.2 手順の対応付けの実験結果と考察

「チョコレート」「ハンバーグ」「鮭のムニエル」「ペペロンチーノ」「酢豚」の5つの料理に対して、提案手法の部分適合率及び部分再現率を表6と表7に示す。また、比較手法の部分適合率及び部分再現率を表8と表9に示す。加えて、提案手法及び比較手法のF値を表10に示す。提案手法と比較手法の部分適合率を比較すると、5つの料理全てで比較手法より提案手法の方が高い数値となった。また、部分再現率を比較すると、5つの料理全てで比較手法の方が高い数値となり、F値を比較すると5つの料理のうち4つの料理で提案手法の方が高い数値となった。

部分適合率が提案手法の方が高くなったため、動詞の順序関係に基づく手順の対応付け手法は有効であると考えられる。しかしながら、部分適合率自体の値は低い結果となっている。正解は部分一致となることが多く、完全一致の解が少ないためである。また、部分再現率が比較手法の方が高くなったが提案手法との差は小さい。両手法とも、部分再現率の値が低いため、動詞の一致のみでは対応付けが網羅できないと考えられる。実際に、「粗熱を取る」と「冷ます」のように、同じような動作を

表 6 提案手法の部分適合率

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	平均
チョコレートケーキ	0.25	0.06	0.00	0.18	0.26	0.06	0.11	0.26	0.25	0.26	0.17
ハンバーグ	0.50	0.50	0.50	0.50	0.41	0.00	0.00	0.00	0.25	0.50	0.32
鮭のムニエル	0.56	0.68	0.82	0.68	0.25	0.68	0.00	0.56	0.81	0.56	0.56
ペペロンチーノ	0.33	0.27	0.33	0.50	0.25	0.36	0.33	0.22	0.22	0.28	0.31
酢豚	0.08	0.09	0.58	0.62	0.03	0.59	0.09	0.09	0.21	0.59	0.30

表 7 提案手法の部分再現率

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	平均
チョコレートケーキ	0.38	0.12	0.00	0.10	0.25	0.06	0.12	0.17	0.38	0.28	0.19
ハンバーグ	0.50	0.14	0.33	0.20	0.14	0.00	0.00	0.00	0.17	0.33	0.18
鮭のムニエル	0.63	0.67	0.75	0.49	0.25	0.77	0.00	0.69	0.92	0.54	0.57
ペペロンチーノ	0.50	0.33	0.50	0.38	0.24	0.26	0.50	0.17	0.13	0.20	0.32
酢豚	0.09	0.11	0.33	0.37	0.01	0.36	0.13	0.09	0.50	0.23	0.22

表 8 比較手法の部分適合率

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	平均
チョコレートケーキ	0.09	0.15	0.00	0.06	0.02	0.00	0.09	0.09	0.09	0.09	0.07
ハンバーグ	0.12	0.15	0.12	0.22	0.17	0.00	0.00	0.1	0.25	0.16	0.13
鮭のムニエル	0.36	0.43	0.5	0.43	0.29	0.43	0.00	0.36	0.50	0.36	0.37
ペペロンチーノ	0.19	0.19	0.19	0.28	0.16	0.16	0.16	0.08	0.09	0.19	0.17
酢豚	0.05	0.13	0.23	0.35	0.35	0.25	0.17	0.05	0.33	0.36	0.23

表 9 比較手法の部分再現率

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	平均
チョコレートケーキ	0.50	0.44	0.00	0.06	0.31	0.00	0.33	0.17	0.50	0.33	0.26
ハンバーグ	0.38	0.22	0.25	0.24	0.33	0.00	0.00	0.22	0.58	0.25	0.25
鮭のムニエル	0.88	0.75	0.92	0.50	0.34	0.75	0.00	0.88	0.92	0.58	0.65
ペペロンチーノ	0.75	0.50	0.75	0.56	0.33	0.46	0.88	0.11	0.13	0.28	0.48
酢豚	0.50	0.54	0.57	0.40	0.55	0.55	0.61	0.50	0.50	0.65	0.54

表 11 「チャーハン」についての詳細度の実験結果

詳細度順位	P11	P12	P13	P14	P15	スコア	スコア順位
1 位	5	1	2	1	2	11	2
2 位	3	2	1	3	1	10	1
3 位	1	5	4	2	3	15	3
4 位	2	4	3	5	4	18	4
5 位	5	3	5	4	5	22	5

表 12 「ビーフストロガノフ」についての詳細度の実験結果

詳細度順位	P11	P12	P13	P14	P15	スコア	スコア順位
1 位	1	2	2	1	2	8	1
2 位	2	1	3	2	1	9	2
3 位	3	4	1	3	4	15	3
4 位	4	5	5	4	3	21	4
5 位	5	3	4	5	5	22	5

表しているが、別々の動詞で表している場合があった。この場合は、「粗熱を取る」の動詞は「取る」となり、「冷ます」の動詞は「冷ます」となる。このように、同じような動作を表しているとき、手順が対応付く候補に入れる。その結果、対応付く可能性のある手順が増え、より精度の高い手順の対応付けを行うことができると考えられる。また、食材名を考慮することにより、対応付けの精度が上がると考えられる。実際に、同じ食材が出現する手順同士が、同じ動作をしている可能性が高かった。さらに、F 値の平均に関しても提案手法の方が高い数値となり、また、手順の対応付けでは部分適合率が重要なため、提案手法の有用性が確認できた。

5.3 詳細度の評価実験

被験者 5 人（表 11 及び表 12 の P11～P15）に対して、提案

手法である詳細度の評価を行う。実験データとして楽天レシピの料理検索で、「チャーハン」「ビーフストロガノフ」のクエリで出力されるレシピを、基準レシピとして 1 種類ずつ、比較レシピとして 5 種類ずつ用意した。これらは、料理カテゴリが異なるように選択した。被験者は、同じクエリのレシピごとに、基準レシピのある手順と対応付いた比較レシピの手順を見て、詳細に書かれていると思う順番に並べた。その際、被験者が基準レシピのある手順と対応付いた比較レシピの手順を見て、対応付いていないと思った場合、一律でスコアが最下位となる 5 とした。表 11 と表 12 の詳細度順位は、提案手法を用いて算出した詳細度の順位である。さらに、被験者の列はその被験者がつけた順位であり、スコアはその順位をレシピごとに総和した値である。このとき、スコアが低ければ詳細に書かれているこ

表 13 「チャーハン」と「ビーフストロガノフ」の順位相関係数

	順位相関係数
チャーハン	0.80
ビーフストロガノフ	1.00
平均	0.90

となる。また、スコア順位はスコアの順位であり、これを全体的な詳細さであると考え。そして、詳細度順位とスコア順位を用いて、ケンドールの順位相関係数を算出した。

5.4 詳細度の実験結果と考察

「チャーハン」「ビーフストロガノフ」の2つの料理に対して、詳細度の実験結果を表11と表12に示す。また、詳細度順位とスコア順位を用いたケンドールの順位相関係数を表13に示す。ケンドールの順位相関係数を算出した結果、2つの料理とも非常に強い正の相関があった。

2つの料理とも、ケンドールの順位相関係数が非常に強い正の相関があり、詳細度算出手法は有効であると考えられる。しかしながら、ユーザによっては、簡潔に書かれていた方が分かりやすいと思う場合もあると考えられる。そこで、詳細度と分かりやすさの関係を検証し、ユーザごとに推薦するレシピの詳細度を変えることで、詳細かつ分かりやすいレシピを推薦することができると考えられる。

6. まとめと今後の課題

本研究では、レシピ間において手順の対応付けを行い、対応づいた手順の文字数と手順数の重み付けを利用した詳細度を算出する手法を提案した。手順の対応付けの評価実験として、楽天レシピで「チョコレート」「ハンバーグ」「鮭のムニエル」「ペペロンチーノ」「酢豚」のクエリで出力される各2つのレシピに対し、提案手法と比較手法それぞれに手順の対応付けを行い、部分適合率、部分再現率及びF値を算出した。その結果、部分適合率及びF値の平均が、比較手法より提案手法の方が優れていた。また、詳細度の評価実験として、楽天レシピで「チャーハン」「ビーフストロガノフ」のクエリで出力される各1つの基準レシピと対応付く各5つの比較レシピに対し、ケンドールの順位相関係数を算出した。その結果、非常に強い正の相関があった。

今後の課題として、手順の対応付けの評価、対応付かない手順の種類の分類及び詳細度の妥当性の検証が挙げられる。手順の対応付けの評価については、様々な料理カテゴリーのレシピで手順が対応付けられるのか実験する必要がある。また、料理カテゴリーごとに精度に大きな差が生じるのかを確認する必要がある。対応付かない手順の種類の分類については、様々なレシピで手順の対応付けを行い、対応付かない手順の特徴を分類する必要がある。分類の例として、アレンジ、包含及び無関係が挙げられる。アレンジは、対応付かない手順に、基準レシピと比べオリジナリティな要素がある場合の分類である。また、包含は、基準レシピの全てと比較レシピの一部が対応付いたとき、基準レシピに比較レシピが含まれる関係にあり、比較レシピの全てと基準レシピの一部が対応付いたとき、比較レシピに基準

レシピが含まれる関係にある場合の分類である。さらに、無関係は、上記のいずれにも当てはまらない場合の分類である。このように、対応付かない手順の種類の分類を行うことによって、レシピ間においてレシピの特徴を抽出することができる可能性がある。詳細度の妥当性の検証については、1つのクエリに対し多くのレシピで詳細度を算出し、ユーザ評価を行う必要がある。

謝 辞

本研究の一部は、平成26年度科研費若手研究(B)(課題番号:24700098)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] 湯本高行, 手順の対応関係に基づくハウツー情報の階層化, 第5回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum2013), D3-2, 2013
- [2] 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小で重要な差異の発見, 第5回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum2013), D3-5, 2013
- [3] 山肩洋子, 今堀慎治, 前田浩邦, 森信介, 調理手順文書からなる自然言語解析結果からの食材・加工からなる作業ツリーの構築, 信学技報 Vol.114, No.204, DE2014-27, pp.25-30, 2014
- [4] 苅米志帆乃, 藤井敦, 料理レシピテキストを対象とした構造解析の高精度化, 信学技報 Vol.112, No.75, DE2012-8, pp.43-48, 2012
- [5] 志土地由香, 出口大輔, 高橋友和, 井手一郎, 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, 信学技報 Vol.109, No.466, ME2009-145, pp.95-100, 2010
- [6] 西原弘真, 苅米志帆乃, 藤井敦, 料理レシピを対象としたアウトライン型自動要約, Vol.2013-IFIT-110, No.8, pp.1-7, 2013
- [7] 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, 信学技報, Vol.113, No.338, NLC2013-41, pp.39-44, 2013
- [8] 松島紀子, 船曳信生, 中西透, 田中英彦, 多種料理の調理順最適化アルゴリズムの提案, 情報処理学会研究報告, Vol.5, pp.1-6, 2010
- [9] 杉本和香奈, 佐藤哲司, 既存レシピを活用した並行調理スケジュール法の提案と評価, 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 (DEIM Forum2012), E8-1, 2012
- [10] Taku Kudo, Kaoru Yamamoto, Yuji Matsumoto: Applying Conditional Random Fields to Japanese Morphological Analysis, Proceedings of the 2004 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP-2004), pp.230-237 (2004.)
- [11] 楽天データ公開: <http://rit.rakuten.co.jp/opendataj.html>