

料理レシピの理解支援を目的としたインフォグラフィックの自動生成

呉 子昕[†] 牛尼 剛聡[‡][†]九州大学大学院芸術工学府 〒815-8540 福岡市南区塩原 4-9-1[‡]九州大学大学院芸術工学研究院 〒815-8540 福岡市南区塩原 4-9-1E-mail: [†]wu.zixin.806@s.kyushu-u.ac.jp, [‡]ushiana@design.kyushu-u.ac.jp

あらまし 近年、投稿型レシピサイトに掲載されたレシピを利用して料理を行うことが一般的になった。投稿型レシピサイトでは、ユーザは自分のレシピを投稿し、多くの人々と共有できる。しかし、投稿されたレシピの手順がテキストだけで示されている場合、それぞれの手順の具体的な実施方法やレシピの全体像がわかりにくいという問題がある。本論文では、投稿型レシピサイトに掲載されたレシピを利用して、調理を行うユーザを支援することを目的として、料理の手順を表すインフォグラフィックを自動的に生成する手法を提案する。本手法では、材料や調理器具を表す具体的なアイコンを利用して、料理の手順をインフォグラフィックとして表現する。

キーワード 調理支援, インフォグラフィック, レシピ分析, テキスト解析

1. はじめに

近年、投稿型レシピサイトが一般的に利用されるようになった。代表的な投稿型レシピサイトであるクックパッド[1]には、300万以上のレシピが登録されている。ユーザの料理を支援するために、投稿型レシピに関する研究が重要になっている。

レシピサイトに掲載されたレシピは、基本的に写真と文字情報により構成されている。文字情報だけのレシピは、手順だけが記述されており、日常的に調理を行っていないユーザにとって、わからない調理動作や調理器具や食材がある場合、適切に調理を行うことは難しい。また、ユーザはテキストを読むのを面倒だと感じる場合があり、レシピに記載された手順を正しく行わずに料理に失敗してしまうこともある。投稿型レシピには写真が付与されている場合がある。写真付きのレシピには、画像情報が含まれているため、直感的にわかりやすいが、投稿された写真は投稿ユーザによってクオリティの差があり、すべての画像が役に立つとは限らない。また、料理レシピに含まれる写真には、料理前と料理後の状況を示す静的な状態を表しており、ユーザは写真から料理中の動作を理解できないこともある。

投稿型レシピサイトを利用して調理を行うユーザは調理に慣れていないユーザが少なくないと考えられるため、このような情報不足な状況を改善することが必要である。そこで、本研究では、テキストのみで構成される調理レシピを対象に、イラストやアイコンのような視覚的な情報を増やし、可視化することを目標とする。文字で記述された情報と比べて、視覚的にわかりやすく可視化された情報は読みやすく、覚えやすいという利点がある。

可視化には、様々な方法が考えられる。グラフや3D画像は代表的な可視化方法である。本研究では、インフォグラフィックとしての可視化を対象とする。インフォグラフィックはデータ、知識や情報を視覚的に表現し、複雑な情報をシンプルにユーザに伝えたい場面で用いられる可視化手法である。インフォグラフィックは、現在も多くの分野で利用されている[10, 11]。インフォグラフィックを利用する理由としては、インフォグラフィックは視認性の高い表現方法であり、ユーザにとって注目しやすく、覚えやすいという利点がある。

本研究では、投稿型レシピサイトに掲載されたレシピを利用して調理を行うユーザを支援することを目的として、レシピを対象に、情報を図として表現するインフォグラフィックを、テキストから自動生成する手法を開発することを目的とする。本手法では、材料や調理器具を表す具体的なアイコンを利用して、料理の手順をインフォグラフィックとして表現する。本論文では、提案手法について詳細を述べ、提案手法の有効性を評価するための実験結果について述べる。

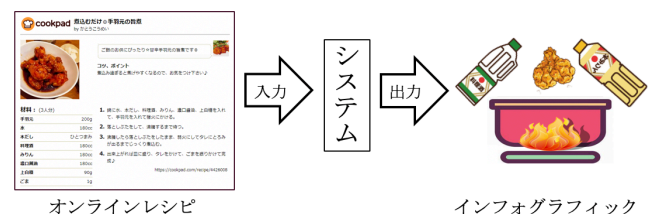


図1 提案するシステムの入力と出力

本手法では、図1で表すように、ユーザが指定したレシピを掲載しているウェブページを入力とし、システムを通して、番号付きの箇条書きの手順によるイン

フォグラフィックを出力することを目標とする。

2. 関連研究

2.1 レシピのテキスト解析とレシピ用語に関する研究

レシピのテキスト解析に関しては、これまでに多くの研究が行われている。前田[2]らは、レシピ文書の特徴に着目し、レシピの構造化手法を検討し、手順文書の意味内容をフローグラフに自動的に変換する手法も提案している。

寺島ら[3]は、各手順の内容と全体の構造を理解することを目指し、手順テキスト可視化のための構造解析手法を提案し、テキストからフローグラフを自動生成する手法を提案している。

笹田[4]らは、レシピに対する用語抽出として、レシピ中に出現する重要な用語を定義し、実際にコーパスに対してアノテーションし、実用的な精度の自動認識器を構築する過程について述べている。

重田[5]らは、ある料理に関する複数のレシピを比較して、その料理の典型的な手順を出力するシステムを構築する手法を提案している。

これらの研究では、手順文章に注目し、構造を解明することで料理手順の理解を支援している。

2.2 レシピ手順の可視化に関する研究

レシピサイトに掲載されたレシピの全体像をユーザが効率的に把握できるようにするために、レシピ手順の可視化に関する研究も多く行われている。

野間田[6]らは、漠然とした検索要求下におけるレシピ探索を支援することを目的とし、そのアプローチとして情報視覚化を利用したレシピ探索システムを提案している。

紺屋[7]らは、各レシピの食材に注目し、複数存在する同一料理に対するレシピを鉄道路線図のように表して差異を可視化する手法を提案している。

大串[8]は調理手順の「段取り」に着目し、スムーズな作業を可能とする調理レシピの表現を目的として、タイムライン型表現を用いた調理行動表現方法「タイムラインレシピビュー」を提案している。

これらの研究では、レシピの探索を支援するために、可視化を利用してレシピの関係を表している。それに対して、本研究では、料理手順を直感的にわかりやすく示すことを目標とする。

2.3 インフォグラフィックに関する研究

インフォグラフィックは重要な可視化方法の一つとして様々な分野で利用されている。岩下[9]らは、インフォグラフィックにおいて、よく用いられるスタイ

ルの画像を自動的に生成するシステムによって特にストーリーの伝え方を支援するシステムを提案している。

島崎[10]らは、海外旅行に行く人を対象に、容易に旅行先の国についての情報を把握できるように支援するシステムを提案して、インフォグラフィックとして可視化している。

岩田[11]らは、対象学生がソースコードを理解するために、インフォグラフィックを用いたソースコードの可視化を提案した。

レシピをインフォグラフィックとして表現する例もあるが、レシピから図を自動的に生成する研究は行われていない。

3. 提案手法

3.1 概要

提案手法の概要について述べる。本手法では、まず、投稿型レシピサイトからレシピのデータを収集し、収集したデータから、材料と箇条書きで示された手順を抽出し、材料をアイコンとして表示する。次に、抽出した箇条書きの手順の文章に関し、形態素解析を行ない、調理動作と調理器具とその他の単語を抽出する。調理動作として、「炒める」、「煮る」、「茹でる」等の、よく使う調理動作をリストにして、その調理動作に必要な調理器具を対応付ける。調理器具に関してもアイコンを準備しておき、前にアイコンとして表示した材料と調理器具を組み合わせて、インフォグラフィックとする。

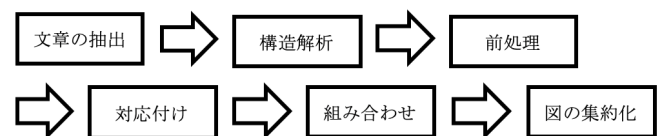


図2 システム内の流れ

3.2 レシピ手順の構造解析

レシピからイラストを生成するために、レシピデータを解析する。レシピテキスト解析には、京都テキスト解析ツールキット(KyTea「キューティー」)[12]を利用する。KyTeaは、日本語など、単語(または形態素)分割を必要とする言語のための一般的なテキスト解析器である。本研究では、レシピデータを単語分割して、適当な単語または形態素に分割する。また、読みと品詞を推定する。

形態素解析を行った後に、抽出されたレシピ用語を認識する。笹田[4]らは、調理手順の文章に対する用語を抽出して、レシピ中に出現する重要な用語を定義した。本研究はその結果のレシピ用語を利用する。レシピ用語の具体的な分類を表1に示す。

この表で利用されている「タグ」は以下のような意味がある。

- 「F」は食材であり、レシピ手順文の中の調理対象である。クックパッドのようなレシピサイトにおいて、基本的に「材料」一覧に表わす物である。例)ねぎ,名詞,名詞-普通名詞-一般+,ねぎ/F.
- 「T」は鍋,包丁,ボールなど調理に必要な器具やツールである。ただし,調理器具を動詞として使う場合もあるので,動詞を優先する。例)鍋,名詞,名詞-普通名詞-一般+,なべ/T.
- 「Ac」は調理者を主語にとって調理者が行なう動作である。例)入れ,動詞,動詞-一般+下二段-ラ行,いれ/Ac.
- 「Af」は「F」の分類にある食材を主語として食材の変化を示す動作である。例)で,動詞,動詞-一般+下二段-ダ行,で/Af.
- 「Sf」は食材の様態を表現する単語である。食材の様態によって料理の具合が判断できることがあるので,このような単語が多く使われている。例)香り,名詞,名詞-普通名詞-一般+,かおり/Sf.
- 「St」は道具の様態を表現する単語である。料理によって火を強くするか,水を沸騰させるかのような状況が多く存在するため,道具の様態として記録する。
- 「D」は時間である。
- 「Q」は分量である。

表1 レシピ用語

タグ	意味	解説
F	食材	中間生成物も含め,食せる,捨てる,量に変化するもの
T	道具	調理道具や器など物理実態があるもの
Ac	調理者の動作	調理者が主語となる用言の語幹
Af	食材の変化	食材が主語となる用言の語幹
Sf	食材の様態	食材の初期あるいは変化した状態を表す表現
St	道具の様態	道具の初期あるいは変化した状態を表す表現
D	継続時間	調理動作の継続時間
Q	分量	食材の量

次に,固有表現認識器 POWNER ツールセット[13]を使って,レシピの単語を上記で説明した8種類に分ける。

最後に,係受け解析器 CaboCha[14]を使い,調理器具

と動作と食材の関係を抽出する。

インフォグラフィックを生成するには,調理器具と使用する食材が重要である。しかし,テキスト解析で単語を抽出する際に,調理器具と食材の対応関係が失われてしまう。そこで,テキスト解析の時の係り受け解析が必要となる。係り受け解析によって,調理器具と食材の対応関係がわかる用になる。

3.3 単語の処理

レシピ文章を解析する際に,レシピ用語が数多く存在するため,うまく解析できない場合も存在している。そこで,形態素解析と係り受け解析の時に抽出した文節が一致しない問題が発生する。例えば,「魚肉ソーセージは食べやすい大きさに切る」のような手順で,テキスト解析では「魚肉」と「ソーセージ」の二つの単語として認識している。しかし,係り受け解析では「魚肉ソーセージ」として認識している。こちらの文節が一致しないため,アイコンの対応がうまくいかない原因となる。

このような問題が発生した原因は,テキスト解析は通用の解析器を使用しているだが,その後の固有表現認識は料理単語を特定した解析器を使ったため,係り受け解析ではテキスト解析より適切に料理単語に認識することができると考えている。

単語の前処理をすることによって,アイコンの対応確率が上がるができる。

3.4 対応付け

レシピ中に出現する食材,調理器具に対してアイコンを対応付ける辞書を生成する。レシピ手順から抽出した単語には,調理器具が直接明示されないことが多い。そこで,インフォグラフィックを生成するために必要な器具が分かるように,あらかじめ調理動作に対して調理器具を対応付けておく。アイコンの対応付けの辞書は人手で作成する。単語辞書にある調理動作を素材として,対応可能な器具を対応付ける。

表2 対応付けの例

調理動作	対応付けの調理器具
切る	まな板,包丁
炒める	鍋,フライ返し
混ぜる	菜箸
茹でる	鍋
焼く	フライパン,菜箸

3.5 図を生成するルール

対応付けの辞書により,インフォグラフィックに利用するアイコンを決定し,それらをルールに基づいて

配置を行いインフォグラフィックを生成する。

ルールに基づいて、アイコンの組み合わせの位置関係が決定される。本研究では、位置関係を5種類に分ける。それらは、調理器具を基準として真ん中に置くルールと、食材を上・下・中・右・左の5つの方向に加えた4種類のルールである。図3はこの5つのルールを視覚的に表したものである。長方形は調理器具を表し、円形は食材を表す。

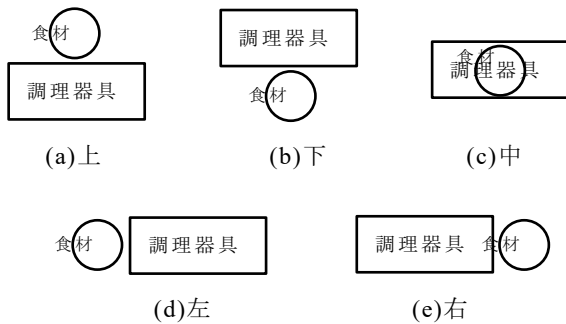


図3 5種類のルール

レシピ中の調理動作は、5種類のルールのいずれかに対応付けられる。例えば、「入れる」という動作に対しては、図3の(a)のルールを対応付ける。「鍋に麺を入れる」という手順にこのルールを適用した際に生成されるインフォグラフィックの例を図4に示す。



図4 ルール(a)を適用した例

3.6 インフォグラフィックの生成

インフォグラフィックを表す画像の生成には、OpenCVを利用する。OpenCVは、コンピューターで画像や動画を処理するための代表的な機能を利用可能な、オープンソースのライブラリである。OpenCVのライブラリを利用することで以下のような利点がある。

1. 前処理の作業を簡略化する。画像の解析には、手元にあるデータを解析にかける前に、前処理が必要である。統計処理を行ったりすることで、より精度の高い機械学習が実行できる。
2. 多様な機能が整えている。OpenCVは、画像の認識、画像の編集、物体の検出、テンプレートマッチングなど様々なことができる。

3.7 図の集約化

提案手法では、一つの動作に一つの調理器具が対応すると考える。しかし、レシピの記述され方によって、

不適切な器具や、重複的なアイコンが表示する場合があります。このような状況を改善するために、アイコンの集約化を行う。

集約化するルールとして、連続で出現する動作の対応器具が同一である場合、器具のアイコンを一つにする。

集約化によって、生成したインフォグラフィックがシンプルになり、わかりやすくなる効果が期待できる。

例えば、「ご飯にチーズを乗せて納豆を乗せる」という記述に対しては、こちらの手順では「乗せる」という動作が二つあることによって、図5のように二つのインフォグラフィックが生成される。

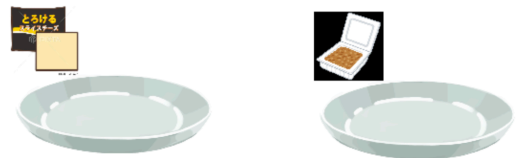


図5 手順「ご飯にチーズを乗せて納豆を乗せる」のインフォグラフィック

集約化によって、手順「ご飯にチーズを乗せて納豆を乗せる」のインフォグラフィックが二つの器具から図6のように一つに集約される。



図6 集約された手順「ご飯にチーズを乗せて納豆を乗せる」のインフォグラフィック

4. 生成例

以下に示すレシピの可視化した例を示す。

- キャベツと魚肉ソーセージのチリマヨ炒め
 1. 魚肉ソーセージは食べやすい大きさに切る。キャベツはざく切りに切る。
 2. フライパンにオリーブ油を入れ溶き卵を入れ半熟に炒め一旦皿にうつす。
 3. 魚肉ソーセージ、キャベツを炒め火が通ったら炒めた卵、チリソース、マヨネーズを加えサッと炒める。
 4. 火を止め塩少々加え味をととのえて出来上がり。

上記のレシピに対して実験した結果は図7から図10に表す：

魚肉ソーセージは食べやすい大きさに切る。キャベツはざく切りに切る。



図7 レシピAの手順1から生成したインフォグラフィック

フライパンにオリーブ油を入れ溶き卵を入れ半熟に炒め一旦皿にうつす。



図8 レシピAの手順2から生成したインフォグラフィック

魚肉ソーセージ、キャベツを炒め火が通ったら炒めた卵、チリソース、マヨネーズを加えサッと炒める。



図9 レシピAの手順3から生成したインフォグラフィック

火を止め塩少々加え味をととのえて出来上がり。



図10 レシピAの手順4から生成したインフォグラフィック

生成されたインフォグラフィックを見ると、多くの部分は適切に表現できている。しかし、例えば手順2の「一旦皿にうつす」のような表現と動作の「うつす」は、よく使う表現とよく使う動作ではないため、今回はそのような動作が対応できていないため、適切にインフォグラフィックとして表現できていない。

5. 評価

5.1 正解率評価

提案手法の有効性を評価するために、実験を行った。今回の実験では COOKPAD で 10 個のレシピをランダムで選択し、インフォグラフィックとして生成する。対象とするレシピのタイトルを以下に示す。

1. キャベツと魚肉ソーセージのチリマヨ炒め
2. 簡単ジャガイモとツナの煮っころがし
3. かぼちゃとツナのカレー風味
4. キャベツの炒めもの
5. ピーマンともやし炒め
6. いんげんコーン炒め
7. 簡単！納豆カクテキ丼
8. 簡単朝ご飯 野菜と炒り卵のケチャ炒め
9. 簡単！水昆布と油揚げの炒め物
10. インゲンとコーンとトマトの明太バター炒め

前処理として、以下の処理を行なった。

- ・ 画像の背景処理
- ・ 画像のサイズ統一

生成されたインフォグラフィックの正解率について評価を行う。今回は動作と食材の2つの方面から正解率を評価する。具体的には、文章の中に含まれた動作と食材はどれくらい表現できたのかを評価する。

動作から正解率を評価する場合、生成されたインフォグラフィックの中の動作の数と手順文章に含まれる動作の数を確認する。

$$\text{適合率} = \frac{\text{図の動作/食材の正解数}}{\text{図の動作/食材の総数}}$$

$$\text{再現率} = \frac{\text{図の動作/食材の正解率}}{\text{手順の動作/食材の総数}}$$

正解の判断は著者が主観によって判断した。

また、3.3で説明したように、形態素解析と係り受け解析の時に抽出した文節が一致しない問題があることで、前処理を行う。そこで、前処理なしの結果と前処理ありの結果による比較を行う。

表3 前処理なしと前処理ありで動作と食材の適合率、再現率とF値の比較

	前処理なし		前処理あり	
	動作	食材	動作	食材
適合率	0.76	0.60	0.79	0.94
再現率	0.18	0.26	0.32	0.42
F値	0.29	0.36	0.45	0.58

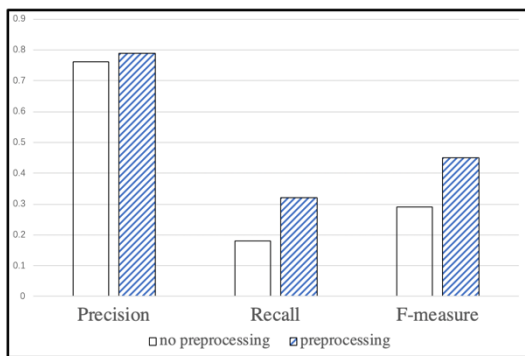


図 11 動作の適合率, 再現率と F 値

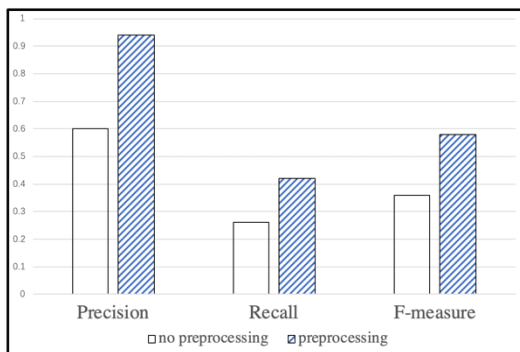


図 12 食材の適合率, 再現率と F 値

実験から見ると, 前処理することによって, 精度は大幅に上がる.

また, 適合率は高めだが, 再現率は低めである. すなわち, アイコンとして表現した部分は正解率が高いが, 適切にアイコンとして表されていない部分も存在している. 現時点では, 20 件の動作しか対応していないため, 再現率は特に低い. 今後は再現率を上げるため, より多くの動作に対応することを検討している.

現時点では, 食材は用意したアイコンをそのまま調理器具と組み合わせしているが, 適切な置き方や角度の設定は今後の課題である.

5.2 被験者による主観評価実験

提案手法によって生成されたグラフィックスに対して, ユーザによる美的評価と実用性評価を行う. 普段料理をあまりやられていない学生 10 人に生成された 10 個のインフォグラフィックを提示し, アンケートを通して主観的な評価を行う. 質問 1 と 2 に対して 5 段階評価を使用する. 質問 3 は選択肢問題である.

アンケートの質問を以下に示す.

- i. この図は美しく表現しているか
 - 5: すごく美しく表現している
 - 4: まあまあ美しく表現している
 - 3: 普通に表現している
 - 2: やや美しさが不十分
 - 1: 全く美しさが無い

- ii. 図のみで料理手順をわかるか
 - 5: すごく分かりやすい
 - 4: まあまあ分かりやすい
 - 3: 大概分かる
 - 2: やや分かりづらい
 - 1: 全くわからない
- iii. ユーザ嗜好:
 - a. インフォグラフィックのみのレシピ
 - b. インフォグラフィックおよび文字のレシピ
 - c. 文字のみのレシピ

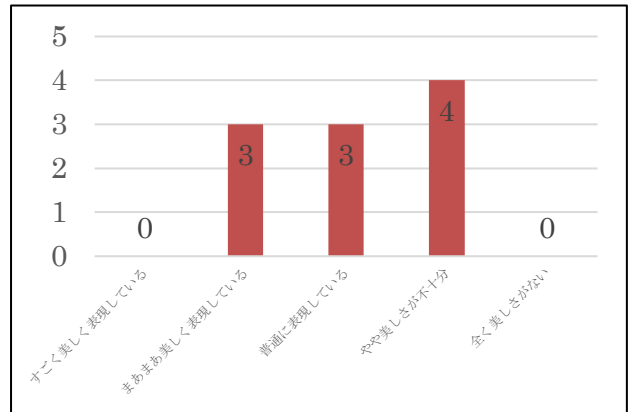


図 13 インフォグラフィックの美しさ評価

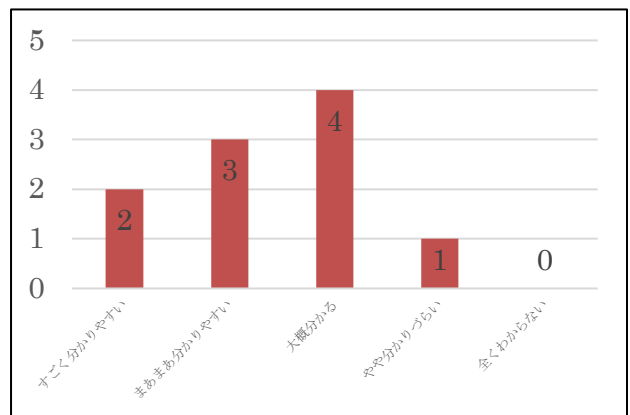


図 14 インフォグラフィックのわかりやすさ評価

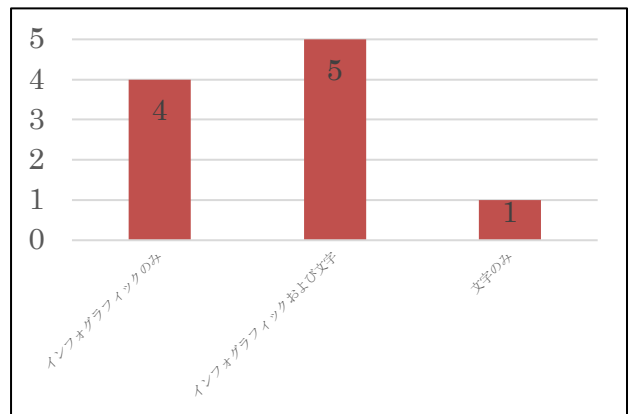


図 15 レシピに対するユーザ嗜好調査

実験結果から見ると、インフォグラフィックの美しさに対する評価は低めである。美しさが不十分もしくは美しさが普通の評価は70%になる。被験者によると、インフォグラフィックの構成となるアイコンの背景は白や黒などの不統一は一つ大きな原因となる。一方、インフォグラフィックのわかりやすさは好評であり、90%の被験者が普通以上の評価をした。

また、インフォグラフィックと文字のレシピ嗜好調査によると、インフォグラフィックを望んでいるユーザが多く、その中でインフォグラフィックと文字を両方とも望ましい人が多いことがわかる。

6. おわりに

本論文では、投稿型レシピサイトに掲載されたレシピを利用して調理を行うユーザを支援することを目的として、料理レシピの手順をわかりやすく表現するインフォグラフィックを自動生成する手法について述べた。

次に、材料や調理器具を表す具体的なアイコンを利用して、具体的なレシピの例を用いて、実験を行った。例のレシピの手順をインフォグラフィックとして表現した。そして、実験結果について考察した。

最後に、実験結果について評価実験を行い、正解率について評価を行なった。結果として、適合率は高めだが、再現率は低めであることがわかった。データの不足は大きな原因となる。また、被検者による美的評価と実用性評価を行った。結果として、インフォグラフィックの美しさに対する評価は低めだが、インフォグラフィックのわかりやすさは好評であることがわかった。

今後の課題を以下に示す。

- 多数の調理動作とレシピへの対応
- 組み合わせの精度を向上する方法を検討
- 調理中食材の状態を表す方法を検討
- インフォグラフィックに文字情報を加える

謝辞

本研究はJSPS科研費19H04219の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] クックパッド株式会社, “COOKPAD”, <http://cookpad.com/>.
- [2] 前田浩邦, 山肩洋子, 森信介, “手順文書からの意味構造抽出”, 人工知能学会論文誌, 32-1, p. E-G24_1-8 (2017).
- [3] 寺島太平, 苺米志帆乃, 佐藤哲司, “手順テキストの可視化を目的とした構造解析手法”, 第10回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2018), P7-6(2018).
- [4] 笹田鉄郎, 森信介, 山肩洋子, 前田浩邦, 河原達也, “レシピ用語の定義とその自動認識のためのタグ付与コーパスの構築”, 自然言語処理, Vol. 22, No. 2(2015).
- [5] 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 (DEIM2017), C2-1(2017).
- [6] 野間田佑也, 星野准一, “GraphicalRecipes: レシピ探索支援のための視覚化システム”, 電子情報通信学会論文誌 D, 90(10), 2817-2829, (2008).
- [7] 紺屋夏月, 丸山一貴, “使用食材に注目した複数レシピの路線図化”, 情報処理学会インタラクシオン2018 論文集, 517-522(2018).
- [8] 大串智美, “タイムライン型表現を用いた調理手順の視覚化”, 筑波大学修士 (情報学) 学位論文・平成26年3月25日授与 (32639号) (2014).
- [9] 岩下知美, 矢谷浩司 “インフォグラフィックスの作成をインタラクティブに支援するシステム”, 情報処理学会研究報告, Vol.2016-HCI-170 No.8(2016).
- [10] 島崎梨香, 植竹朋文, “インフォグラフィックを用いた国情報把握支援システムの提案”, 情報処理第77回全国大会, 5ZA-03, 4-321-4-322(2015).
- [11] 岩田まどか, 隼田尚彦, 向田茂, 齋藤一, 安田光孝, “インフォグラフィックスを用いたソースコードの可視化”, 教育システム情報学会第39回全国大会, F5-1, 449-450(2014).
- [12] 京都テキスト解析ツールキット, “KyTea, 「キューター」”, <http://www.phontron.com/kytea/>.
- [13] 固有表現認識器 POWNER ツールセット, “POWNER”, <http://www.ar.media.kyoto-u.ac.jp/tool/POWNER/>.
- [14] 日本語係り受け解析器, “CaboCha”, <http://taku910.github.io/cabocho/>.
- [15] 志土地由香, 出口大輔, 高橋友和, 井手一郎, 中村裕一, 村瀬洋, “料理レシピをわかりやすくするための理解困難な表現の補足”, 電子情報通信学会技術研究報告.MVE, マルチメディア・仮想環境基礎, 109(466), 95-100 (2010).
- [16] 志土地由香, 出口大輔, 高橋友和, 井手一郎, 中村裕一, 村瀬洋, “料理レシピ中の初心者理解困難な表現の抽出”, 電子情報通信学会技術研究報告.MVE, マルチメディア・仮想環境基礎, 109(281), 37-40 (2009).
- [17] 山肩洋子, 森信介, “ユーザ投稿型レシピの情報処理”, 情報処理, Vol.57, No.4(2016).
- [18] 笹田鉄郎, 森信介, 山肩洋子, 前田浩邦, 河原達也, “レシピ用語の定義とその自動認識のためのタグ付与コーパスの構築”, 自然言語処理, Vol. 22, No. 2(2015).