

料理レシピテキストの構造解析とその応用

菊米 志帆乃

藤井 敦

東京工業大学大学院情報理工学研究科

1 はじめに

何らかの目的を達成するための手順を示したテキストとして、料理レシピテキスト、操作マニュアル、論文や特許に記述された手法やアルゴリズムなどがある。我々はこのような「手順テキスト」の言語処理を行なっている。手順テキストの構造解析ができれば、テキストの要点やテキスト全体の構造の把握が容易になる。

本研究では手順テキストである「料理レシピテキスト」を対象とした構造解析手法を提案する。レシピテキストの構造解析を行うことで、調理を並列に行うことができる箇所などを把握するができ、調理効率の向上につながるといったメリットがある。実際に、ネスレのマギーレシピサイト¹でも調理手順に関する記述の補足として、調理手順を可視化した図がある。先行研究として様々な観点からレシピテキストの構造解析手法が提案されている。レシピテキストは一般的に「食材一覧」と「調理手順」からなる。Momouchiら[6]は、食材や調味料に着目して、食材や調味料の調理過程を人手で解析するための手法を提案した。浜田ら[4]は、同様の解析を自動的に行う手法を提案した。レシピテキストは、前提知識や調理による食材の変化等を踏まえている場合があり、記述が省略されることが多いという特徴がある。高野ら[3]は、省略されている情報や食材の変化等の情報を補足し、構造化を行う手法を提案した。また、レシピテキストには調理動作は料理分野特有の表現が多い。林ら[5]は、各動作の時間構造を解析する手法を提案した。レシピテキストの要約を行う研究もあり、安達[1]は、「南蛮漬け」といった基本料理名の定義文を獲得する手法を提案した。

本研究は、浜田らと同様に、レシピテキストを解析し、食材の調理過程を表すフローチャートを出力する。しかし、浜田らの手法にはいくつかの問題があり、それらについて修正を行った。

2 レシピテキストの構造解析

2.1 浜田らの手法

浜田ら[4]の構造解析手法は、解析の前段階としてレシピテキストの「食材一覧」と「調理手順」部分から料理に固有の辞書を手で構築する。さらに、構築した辞書における属性を利用して、「調理手順」部分の構造解析を行う。具体的には4つの処理を行う。各処理につい

て、ここで「牛肉とセロリのマスタードレモン炒め」²の例を用いて詳しく説明する。この料理の調理手順を以下に示す。

手順 1. 牛肉は一口大に切り、塩と粗びき黒こしょうをふる。セロリは筋をとり、斜め薄切りにする。

手順 2. マスタードとレモン汁を合わせておく。

手順 3. フライパンにバター大さじ1を溶かして牛肉を強火で炒め、肉の色が変わったらセロリを加えてさつと炒め合わせ、しょうゆをふる。火を止めて(2)を加え、全体に味をからめる。

(1) 属性の付与

レシピテキストの「調理手順」部分に含まれる語や調理手順を表す参照表現を抽出し、構築した辞書と照合し、その属性を付与する。例として、手順1のみ属性を付与した結果を以下に示す。括弧内が属性を指す。

「牛肉(食材)は一口大に切り(単一)、塩(調味料)と粗びき黒こしょう(調味料)をふる(多義)。セロリ(食材)は筋をとり(多義)、斜め薄切り(動作)にする(多義).」

(2) セット形成

調理手順部分を調理動作ごとに分割する。調理動作は、「切る」や「混ぜ合わせる」といった調理に関する動詞または複合動詞を指す。具体的には、属性を考慮して、レシピテキストを1つの調理動作とその対象(食材、調味料)集合ごとに分割する。このまとまりを「セット」と呼ぶ。セットとして、「動作」以外の名詞群とそれに最も近い動詞群、そして間にはさまれている語を抽出する。

セット1: 牛肉は一口大に切り、

セット2: 塩と粗びき黒こしょうをふる。

セット3: セロリは筋をとり、

セット4: 斜め薄切りにする。

(3) ブロック形成次に食材または調味料に注目して、調理動作が前後で連続している場合、セット同士を接続して「ブロック」を形成する。つまり、調理動作の対象がある判断するために、動詞の属性と格の種類によって前後のセットを接続するかを決定する。

¹<http://www.recipe.nestle.co.jp/>

²<http://www.ntv.co.jp/3min/index.html>

- ブロック1:
 セット1: 牛肉は一口大に切り,
 セット2: (牛肉に) 塩と粗びき黒こしょうをふる.
 ブロック2:
 セット3: セロリは筋をとり,
 セット4: (セロリを) 斜め薄切りにする.

(4) ブロック接続

ブロック中に含まれる手がかりとなる語を探し、ブロック同士を接続していく。具体的には、接続キーワード（代名詞、添加に関する語、食材・調味料名の有無）、手順番号、食材名の一致の順に接続先を探索する。

図1に「牛肉とセロリのマスタードレモン炒め」のレシピテキストに対応するフローチャートを示す。楕円形のノードが「食材名」または「調味料名」、四角形のノードがセットを表す。

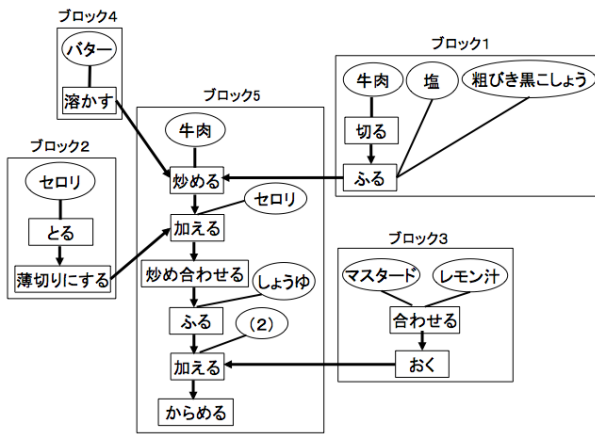


図1: 「牛肉とセロリのマスタードレモン炒め」のフローチャート

2.2 浜田らの問題点とその解決方法

浜田らの手法にはいくつかの問題点がある。以下に問題点とその修正点について説明する。

(1) 属性の付与に関する問題点

- 正しく形態素解析できず、本来含まれていない動詞や名詞として扱われてしまう場合がある。具体的には参照表現と擬音語である。「Aを加えて」といった参照表現は、名詞として処理されるよう括弧等の区切り記号を追加してから形態素解析を行う。また、擬音語については擬音語辞書を追加した。
- どの食材を表しているか分からない表現がある。例えば「(食材) 以外」や「すべての (食材)」がある。これらの表現については、食材一覧を参照し、食材名に置換する。

(2) セット形成に関する問題点

- 体言止めの文は、調理動作を抽出できない。「にんじんは薄切り。」といったように、文末がサ変名詞の場合は、文末に「する」を追加する。
- 必要なセットから調理動作から除外されてしまう場合がある。浜田らの手法では「～する前に」や「～した後に」といった節を「時相節」として定義し、調理動作と関係ないとしてセットから除外する処理を行なっている。例えば、「しんなりする前に」の「しんなりする」というのは食材の状態を表しており、調理動作に関係がないためセットから除外する。しかし、「切る前に」の「切る」というのは調理動作であり、セットして抽出する必要がある。さらに、「切る前に焼く」という場合、調理動作の順序関係も考慮する必要がある。

時相節の特徴語（～前に、～後に）の前が調理動作を表す動詞である場合は、セットから除外しない。ただし、そのまま抽出すると調理動作の順序が逆になってしまう場合があるため、「前に」の場合は、その前後にある調理動作を逆に並べ替える。

- 調理動作と関係のないセットが形成されてしまう。例えば、「電子レンジを温める」といったセットが形成される。そこで「調理道具+を+調理動作を表す動詞」はセットから除外した。ただし、調理道具が「ラップ」もしくは「包丁をいれる」の場合は、調理動作を表すため、除外しない。
- 並列関係が正しく解析できない。浜田らの手法では、「AとB」というように「と」で接続される食材または調味料を並列として処理している。しかし、並列関係を書き方は様々である。そこで、AとBが食材または調味料の場合、「A, B」「A・B」を並列の定義として追加する。また、並列を表すキーワードの間に数量表現が入る場合（例、「こしょう少々と生姜を」）あるため、数量表現として「少々」、「大さじ (数字)」、「小さじ (数字)」と定義する。

- 「連体修飾節+名詞」が正しく解析できない。例えば「ゆでたじゃがいも」の場合、ここから「ゆでる」という調理動作を抽出する必要がある。そこで浜田らの定義した4パターン（「AしたB」、「CをAしたB」、「AだB」、「CをAだB」）にマッチする「連体修飾節+名詞」は、動詞とその対象を抽出し、セットを追加する。
- 否定表現が正しく解析できない。否定表現「ない」が含まれているセットは除外する。

(3) ブロック接続に関する問題点

- ブロックの接続方法の優先順位が適切でない。接続キーワード（代名詞、添加に関する語、食材・調味料名の有無）、手順番号、食材名の一致の順で接続先を決定する。本手法では、接続キーワード（代名詞、添加に関する

る語), 手順番号, 食材名の一致, 接続キーワード (食材・調味料名の有無) の順で接続を行う。

- どこにも接続されないブロックがある。
そこで, 手がかりが何もない場合は, 直後のブロックと接続する。

3 評価実験

3.1 評価対象

web には多種多様なレシピサイトがあり, サイトによって使われる用語や表現が異なる。しかし, 用語や表現の違いは構造解析の結果に影響があるため, 性質の異なる複数のレシピサイトのレシピテキストを対象として評価を行った。「味の素レシピ大百科」³と「キューピー3分クッキング」⁴は用語や表現が統一されているレシピサイトである。一方で様々なユーザが自由にレシピを投稿できる「COOKPAD」⁵は用語や表現が統一されていない。そこで評価対象として以上3つのレシピサイトから収集したレシピテキストを用いて実験を行った。

浜田らの手法と同様に, 各レシピサイト固有の名詞辞書と動詞辞書を構築した。今回は「味の素レシピ大百科」1000件, 「キューピー3分クッキング」341件, 「COOKPAD」10件を用いて辞書を構築した。名詞辞書と動詞辞書はそれぞれ表1と表2に示す属性に分類した。

表 1: 名詞辞書の項目数

| 属性 | 食材 | 調味料 | 調理道具 | 代名詞 | 動作 |
|---------|-----|-----|------|-----|-------|
| 味の素 | 768 | 437 | 139 | 113 | 12071 |
| キューピー | 406 | 206 | 40 | 113 | 12071 |
| COOKPAD | 57 | 69 | 31 | 113 | 12071 |

表 2: 動詞辞書の項目数

| 属性 | 単一 | 混合 | 分離 | 設置 | 多義 | 使役 |
|---------|-----|----|----|----|----|----|
| 味の素 | 238 | 41 | 44 | 34 | 9 | 2 |
| キューピー | 143 | 27 | 28 | 28 | 7 | 1 |
| COOKPAD | 41 | 14 | 15 | 16 | 7 | 1 |

構築方法は, 「調理手順」部分を形態素解析し, 名詞辞書では名詞と未知語, 動詞辞書では動詞を抽出した。抽出した項目は人手で属性ごとに分類した。ただし, 「代名詞」と「動作」は茶筌 ver2.4.4 の IPA 辞書 2.7.0 にある「代名詞」と「サ変接続」に登録されている名詞をそれぞれ登録した。構築した名詞辞書と動詞辞書の項目数を表1と表2に示す。

3.2 フローチャートの評価

レシピテキストが正しく解析できたか, 出力されたフローチャートをもとに評価を行った。評価の方法は, フローチャートから接続されたセット対の集合を抽出し, セット対の正解数で評価を行った。浜田らの手法と本手法を比較した際の再現率, 精度, F 値を表3に示す。

³http://www.ajinomoto.co.jp/recipe/

⁴http://www.ntv.co.jp/3min/

⁵http://cookpad.com/

表3の結果より, 精度をあまり下げることなく, 再現率を向上させることができた。

3.3 処理単位の評価

今回修正したセット形成, ブロック接続における処理単位の評価を行った。浜田らの手法と本手法を比較した際の再現率, 精度, F 値を表4と表5に示す。ブロック形成に関しては, 浜田らの手法から修正をしていないため, 再現率と精度ともに変化はない。

セット形成の処理では, 再現率と精度ともに向上させることができた。ブロック接続の処理では, 精度をあまり下げることなく, 再現率を向上させることができた。

表 3: フローチャートの評価

| レシピ | 再現率 | | 精度 | | F 値 | |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 浜田ら | 本手法 | 浜田ら | 本手法 | 浜田ら | 本手法 |
| 味の素 | 0.284 | 0.43 | 0.334 | 0.378 | 0.301 | 0.401 |
| キューピー | 0.148 | 0.566 | 0.605 | 0.606 | 0.205 | 0.585 |
| COOKPAD | 0.343 | 0.552 | 0.577 | 0.494 | 0.413 | 0.521 |

表 4: セット形成の評価

| レシピ | 再現率 | | 精度 | | F 値 | |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 浜田ら | 本手法 | 浜田ら | 本手法 | 浜田ら | 本手法 |
| 味の素 | 0.565 | 0.724 | 0.575 | 0.71 | 0.561 | 0.701 |
| キューピー | 0.542 | 0.561 | 0.583 | 0.603 | 0.561 | 0.581 |
| COOKPAD | 0.695 | 0.762 | 0.623 | 0.687 | 0.656 | 0.722 |

表 5: ブロック接続の評価

| レシピ | 再現率 | | 精度 | | F 値 | |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 浜田ら | 本手法 | 浜田ら | 本手法 | 浜田ら | 本手法 |
| 味の素 | 0.545 | 0.826 | 0.639 | 0.771 | 0.579 | 0.794 |
| キューピー | 0.486 | 0.713 | 0.70 | 0.678 | 0.56 | 0.693 |
| COOKPAD | 0.393 | 0.642 | 0.595 | 0.569 | 0.438 | 0.599 |

3.4 誤り分析

今回の評価から精度が低下した原因について分析を行った。その結果, 大部分がブロック接続の処理段階に問題があることが分かった。特に距離が離れているブロック同士を接続する際, 手順番号や食材名が重要な手がかりとなる。しかし, 同じ食材や調理結果を表しているにもかかわらず表現が異なる場合があり, 手がかりとして利用できない場合がある。例えば, 「大和芋」をすりおろすと「とろろ」という食材名に変化する。また, 卵, パン粉, 小麦粉を混ぜた後は, それらをまとめて「タネ」と表現している場合もある。このように, 調理によって変化する食材名や調理結果も手がかりとして利用する必要がある。

また, 今回修正した点以外にも現時点で見つかった問題点が3つある。1つ目は, 共参照解析の問題で, レシピ中に出現した食材名や調味料名が初出か既出か区別されていない点である。

既出:

「セロリは斜め薄切りに…セロリを…」

初出:

「1/3の玉葱は細切りに…, 残りの玉葱は…」

既出の後半に出現する「セロリ」は「斜め薄切り」にしたセロリを指す。一方で、初出の後半に出現する「玉葱」は、細切りにした玉葱とは別の食材として扱わなければならない。

2つ目は、「連体修飾節+名詞」の処理である。2.2節で説明したように、浜田らは「連体修飾節+名詞」について4パターンの定義をしている。しかし、「皮をむいてすりおろしたじゃがいも」などパターンにマッチしない場合があり、これらについても正しく解析しなければならない。

3つ目は、複数の属性と一致した語の場合、どの属性を付与するか決定する必要がある。例えば、「スポンジ」は、「食材」と「調理道具」の2つの属性にマッチするため、文脈を考慮して属性を決定する処理が必要である。

4 応用例

食材や調味料には多種多様な栄養素が含まれており、フローチャートは栄養素の調理過程を表していることにもなる。栄養素の分量は食材間の相互作用や調理方法によって変化する。例えば、ビタミンCは熱に弱く、ビタミンCを含む食材を加熱調理するとビタミンCの分量が減ってしまう。このような栄養素の分量変化をフローチャートから分析することができる。栄養素の分析は、栄養バランスモデルを利用する際、効果的である。栄養バランスモデルは栄養素、食品、食品群といった何らかの単位について1日に摂取すべき分量を示す。具体例として、米国農務省の「Food guide pyramid」、厚生労働省・農林水産省の「食事バランスガイド」、女子栄養大学の「四群点数法」などがある。栄養バランスモデルは、栄養に偏りのない食事をとるために、栄養学に関する専門的な知識がない人でも簡単に利用できるまた、モデルに基づいて栄養バランスを計算するシステム [2] がある。しかし、これらのモデルでは上記で説明した調理による栄養素の分量における変化は考慮されていない。つまり、構造解析することで分量の変化を特定できれば、栄養バランスモデルの精緻化につながる。

5 おわりに

本研究では、浜田らの手法と同様にレシピテキストの構造解析を行い、食材や調味料の調理過程を表すフローチャートを自動的に出力する手法を提案した。浜田らの手法における問題点とその解決方法を提案し、有効性も評価した。

今後の課題として、まずは3.4節で説明した問題に取り組む。そして、対象とするレシピテキストの件数を増やし、さらなる評価を行う。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究 (B) (課題番号 22300050) によって実施された。

参考文献

- [1] 安達久博. 類推に基づく料理定義文の自動獲得. 情報処理学会研究報告自然言語処理, Vol.1996, No.27, pp.61-67, 1996.
- [2] 菊米志帆乃, 藤井敦. 栄養素等摂取バランスの分析に基づく食生活支援システム. 日本データベース学会論文誌, Vol.8, No.4, pp.1-6, 2010.
- [3] 高野哲郎, 上島紳一. Cooking Scenario: レシピの Scenario 化とその応用. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.103, No.190, pp.19-24, 2003.
- [4] 浜田玲子, 井出一郎, 坂井修一, 田中英彦. 料理テキスト教材における調理手順の構造化. 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J85-D-II, No.1, pp.79-89, 2002.
- [5] 林絵梨, 吉岡卓, 東條敏. 日本語レシピ文における時間的關係構造の自動生成. 自然言語処理, Vol.10, No.2, pp.3-17, 2003.
- [6] Yoshio Momouchi. Control Structures for Actions in Procedural Texts and PT-Chart. Proceedings of the 8th conference on Computational linguistics, pp.108-114, 1980.