

調理動作のアニメーション生成のための材料辞書の自動構築

竹島 正泰 白井 清昭

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

{m-takesi, kshirai}@jaist.ac.jp

1 はじめに

我々は、料理レシピの理解を補助することを目的に、料理レシピからアニメーションを生成し、ユーザに提示するシステムの構築を目指している [2, 3]. 料理レシピからアニメーションを生成するシステムはいくつか提案されている [5, 6, 7]. 料理レシピで説明されている一連の手続きを 1 つのアニメーションとして再現するこれら先行研究とは異なり、提案システムは、レシピ文書をユーザに提示し、ユーザがよく理解できない動作表現をマウスで指定すれば、その動作表現に対応するアニメーションをオンデマンドで提示する。レシピには「そぎ切りにする」や「三枚におろす」などのように料理特有の動作表現が多く含まれる。このような動作表現をアニメーションで見ることができれば、特に料理に慣れていない人にとってはレシピの理解が容易になる。

本論文は、提案システムで用いる基礎知識として、材料辞書を半自動的に構築する手法を提案する [4]. 材料辞書とは、料理に使われる材料のリストとその属性を記載したデータベースである。材料の属性とは、ここでは種類、形状、構成要素(種, 皮, 芯)の有無, とする。動作表現をアニメーションで再現する際には材料も描画の対象に含まれるため、種類や形状といった材料に関する情報が必要である。また、本研究で用いる動作辞書 [2, 3] では、料理の基本動作とそれに対応するアニメーションの情報が記載されているが、同じ動作表現に対しても、対象となる材料の形状や構成要素の有無によって異なるアニメーションが定義されている。例えば、「くし形切りにする」という動作に対し、種のない材料に対しては単に材料をくし形に切るという動作が定義されているが、種がある材料についてはこれに種を取るという動作が加わる。したがって、本システムが適切なアニメーションを生成するためには、材料の形状や構成要素の有無に関する情報を必要とする。

以下、2 節では、材料辞書を構成する材料名のリストを大量に獲得する手法について述べる。3 節では、2 節で得られたそれぞれの材料名に対し、材料の種類、形状、構成要素の有無といった属性を自動獲得する方法を検討する。最後に 4 節で本論文のまとめと今後の課題につい

て述べる。

2 材料リストの作成

2.1 材料の自動収集

材料辞書を構築する最初のステップは、辞書に記載すべき材料のリストを作成することである。そのために、まずはコーパスから材料名を大量に自動収集する。ここでは、材料名を収集するコーパスとしてウェブにおけるレシピページを用いた。料理レシピを掲載している著名なサイトを 82 個選び、そのサイトのドメイン内に存在するウェブページを取得した。取得したページの総数は 97,205 である。以降、このレシピページの集合をレシピコーパス R と呼ぶ。次に、2.1.1 と 2.1.2 で述べる 2 つの手法によって R から材料を自動的に収集する。

2.1.1 レシピページの構造解析による収集

ウェブに掲載されている典型的なレシピは以下の 2 つの領域を含む。

材料領域 材料とその分量を記述する部分

(例) イカ ... 2 杯, 青ネギ ... 1 束

調理領域 調理の手続きを順番に説明する部分

(例) (1) イカは皮をむいて、... (2) 青ネギは...

ここではウェブページを簡潔に構造解析して材料領域を検出し、材料名を網羅的に収集する。なお、本研究では、材料領域は table タグを用いてレイアウトされていると仮定する。

1. 以下のパタンに該当するテキストまたは画像を検出し、材料領域の開始位置とする。
 - (| 基本) 材料 (| [数字](人前 | 人分 | 台))
 - [数字] 人分の材料
 - alt 属性に「材料」を含む img タグ (画像)
2. 1. で検出した要素の直前にあるタグ <td> を見つけ、それに対応する </td> を材料領域の終了位置とする。ただし、検出した領域内に 1. でマッチした文字列のみしか含まれないときは、その外側にある tr タグまたは table タグの組を見つけて材料領域とする。
3. 1, 2 で検出した材料領域に含まれる文字列を HTML タグ、記号、空白で分割し、材料として抽出する。

ただし、以下のいずれかの条件に当てはまる文字列は材料ではないとみなして除く。

- 15 文字以上のとき
- 先頭の文字が漢字, ひらがな, カタカナ以外のとき
- 茶釜¹で形態素解析したとき, 最後の単語が動詞の基本形のとき
- 最後の単語が動詞でかつ助詞を含むとき

最後の 2 つの条件で, 動詞で終わる複合語を無条件に非材料と判定しなかったのは, 「めかぶ」「まだい」のように形態素解析では動詞と解析されても材料名を表わす場合があることを考慮したためである²。

2.1.2 動作表現との共起による収集

料理の材料は, 以下の例文のように, 料理動作表現のヲ格やハ格の格要素として現われることが多い。

イカ をさつと炒めます。

青ネギ は 5cm の長さに切ります。

ここでは, 料理動作表現を表わす動詞に着目し, 以下の手続きにしたがって材料名を抽出する。

1. レシピコーパス *R* の中から, 文献 [2, 3] で構築した動作辞書に含まれる 265 の動作表現のいずれかを含む文を検出する。
2. 1. で検出した文を南瓜³で解析し, 料理動作表現を表わす動詞のヲ格またはハ格の格要素となる名詞を材料名の候補として抽出する。
3. 2. で抽出した材料名候補のうち, 以下のいずれかの条件を満たすものを除く。
 - 数字を含むもの
レシピでは「(1) をみじん切りにします」というように箇条書きの番号を参照して手順を解説するときがある。
 - 料理名
「味噌汁」「餃子」などの料理の名称を除く。具体的には, 日本語語彙体系 [1] の「0847:料理」という意味クラスに属する名詞を除く。
 - ストップワード
材料の上位概念 (野菜, 魚など), 材料の部位 (葉, 皮など), 一般的な名詞 (それ, 部分など) といった明らかに材料ではない 39 個の単語をストップワードとしてあらかじめ用意した。

¹<http://chasen.naist.jp/hiki/ChaSen/>

²茶釜では, 「めかぶ」は「め (名詞)+かぶる (動詞体言接続)」, 「まだい」は「まだ (副詞)+いる (動詞連用形) と解析される。

³<http://chasen.org/%7Etaku/software/cabocha/>

2.2 人手判定による非材料名の除去

レシピコーパス *R* から以下の材料の候補を得た。

A レシピページの構造解析による手法 (2.1.1) で収集された 8,572 の材料候補。ただし, 出現頻度 1 の候補はノイズとみなして事前に除去した。

B 動作表現との共起による手法 (2.1.2) で収集された 2,865 の材料候補。

A の方が数が多かったため, まず A に該当する 8,572 の材料候補を手手でチェックし, 材料ではないものを除去したところ, 3,395 個の材料が得られた。次に, B のうち, 上記の作業で既に材料と判定された候補を除いた 2,035 個の材料候補を手手でチェックし, 新たに 155 個の材料を得た。最終的に 3,550 の材料名からなる材料リストを得た。

3 材料の属性の獲得

本研究では, 材料辞書が持つべき材料の属性は, 種類, 形状, 構成要素の有無, の 3 つとする。本節では, 2 節で得られた材料リストの個々の材料に対して, 材料の属性を自動的に付与する方法を検討する。

3.1 種類の付与

本研究では, 材料辞書に記載する材料の種類は以下の 8 つのいずれかとする。

vegetable(野菜), mushroom(茸類), fruit(果物), meat(肉), fish(魚), shellfish(貝), seafood(タコなどの海産物), condiment(調味料)

材料リスト中の材料のそれぞれに対し, 以下の 2 つの手続きで材料の種類を自動的に付与することを試みた。

● 意味クラスの利用

上記の 8 つの材料の種類に対し, それに対応すると思われる日本語語彙体系の意味クラスを調べた。その結果, 表 1 のような材料の種類と意味クラスの対応関係を得た。材料が表 1 のいずれかの意味クラスに該当するときには, それに対応する種類を自動的に付与した。

● キーワードの利用

材料の種類を示唆するキーワードをあらかじめ用意し, 材料名がそのキーワードを含んでいれば, それに対応する種類を自動的に付与する。ここでは 156 個のキーワードを手手で設定した。その一部を表 2 に示す。

表 1: 材料の種類とそれに対応する意味クラス

vegetable	0677 作物, 0688 芽, 0678 草花・野草, 0841 野菜
mushroom	0684 きのこと
fruit	0674 果樹, 0854 果物
meat	0843 肉・卵
fish	0543 魚, 0842 魚介類
shellfish	0545 貝
seafood	0546 たこ・いか・えび・かに, 0547 うに・くらげ, 0679 水草
condiment	0846 調味料

表 2: 材料の種類とそれに対応するキーワード

vegetable	草, 花, 根, 葉...
mushroom	茸
fruit	果
meat	肉, 牛, 豚, 鶏...
fish	魚
shellfish	貝
seafood	蛸, 烏賊, 海老, 蟹...
condiment	たれ, ソース, 汁, ペースト...

3.2 形状の付与

本研究では, 材料辞書に記載する材料の形状として以下の分類を定義した.

sphere(球状), cube(四角), oval(楕円球状), stick(棒状), plate(平ら), filiform(麺類)

ここでは, 材料と助数詞の共起関係に着目して材料の形状を自動的に獲得することを試みる. 例えば, 油揚げやはんぺんなどの平らなものは, 「枚」という助数詞を使って数えられることが多いと考えられる. そこで, 6 種類の材料の形状と, その形状を持つ材料を数えるときに使われる助数詞を検討し, 表 3 のような対応関係を得た.

表 3: 材料の形状とそれに対応する助数詞

stick	本
plate	枚
filiform	玉
sphere or cube or oval	個

sphere, cube, oval の 3 つについては, これらを区別できる助数詞が見つからなかったので, 「個」で数えられる材料はこれらの 3 つの形状のいずれかであるとした. これらの形状については, 人手による判定か, あるいは別の手法で自動的に区別する必要がある.

助数詞との共起を手がかりに材料の形状を獲得する手続きを以下に述べる.

- 2.1.1 で述べた 1,2 の手続きによってレシピページにおける材料領域を検出する.
- 材料領域内で以下のパターンマッチを試みる. パターンマッチに成功した回数を数え, 材料と助数詞 (本, 枚, 玉, 個のいずれか) の共起頻度とする.

- `<td>[材料]</td><td>[数字] [助数詞]</td>`
- `<td>[材料] ([記号][空白]) [数字] [助数詞]</td>`
- `[材料] ([記号][空白]) [数字] [助数詞], [材料] ([記号][空白]) [数字] [助数詞]...`

- 各材料に対し, 4 つの助数詞のうち最も共起頻度が高く, かつ頻度が 3 以上の助数詞をひとつ選択し, その助数詞に対応する形状を属性として付与する.

レシピコーパス R とは異なる約 45,000 個のレシピページ⁴を用いて提案手法を評価する予備実験を行った. 表 4 は, それぞれの助数詞と最も多く共起すると判定された材料数と, その助数詞が材料の形状を正しく表わしているかを人手で判定した正解率である. 助数詞との共起によって形状が判定された材料の数は少ないが, 判定された形状はある程度信頼できることがわかった.

表 4: 形状付与の予備実験結果

	本	枚	玉	個
材料数	60	50	1	62
正解率	92%	74%	100%	81%

3.3 構成要素の有無の判定

本研究における材料辞書では, 材料に種, 皮, 芯があるかないかを材料の属性として記載する. ここでは, 材料に対してこれらの構成要素の有無を判定する手法について検討する. まず, レシピコーパス中の文を解析し, 以下のパターンに対するマッチングを行う.

- `[材料] の (種 | 皮 | 芯)`
- `(種 | 皮 | 芯) を (取った | 除いた) [材料]`
- `[材料] は (種 | 皮 | 芯) を (取る | 除く)`

いずれのパターンも, それとマッチする文があれば, その材料に種, 皮, 芯があることを示唆する. 材料と種, 皮, 芯のそれぞれ組についてパターンマッチに成功した回数を調べ, それが 3 以上のときに, 材料はその構成要素を持つと判定する.

⁴一部は R と重複している.

3.2 項と同じ約 45,000 個のレシピページを用いて提案手法を評価する予備実験を行った。パターンマッチに成功する事例が少なかったため、構成要素の有無を判定できた材料の数は、種について 20、皮について 62、芯について 8 とわずかであった。一方、判定の正解率は、種について 80%、皮について 90%、芯について 75%であった。

3.4 予備実験

2 節で作成した 3,550 の材料からなる材料リストに対し、材料の属性を自動的に付与する実験を行った。形状 (3.2 項) ならびに構成要素の有無 (3.3 項) の情報はレシピコーパス R から獲得した。ただし、構成要素の有無の情報の獲得については、 R に含まれる 97,205 ページのうち、茶釜による形態素解析が成功した 88,506 ページのみを用いた。表 5 は、それぞれの属性を獲得できた材料の数を表わしている。

表 5: 材料の属性の自動獲得

	種類	形状	構成要素		
			種	皮	芯
材料数	2,141	294	51	150	18

種類については全体の約 6 割にあたる材料に付与することができたが、形状、構成要素については少数の材料に対してしか属性を付与することができなかった。

3.5 異表記への対応

3.4 項で述べたように、属性が付与された材料の数は十分とはいえない。ここでは、材料名の表記を手がかりに、より多くの材料に対して属性を定義する方法を検討する。

2 節で構築した材料リストの中には、異表記で同じ材料を表わすものが含まれる。例えば、「あゆ」と「鮎」、「のり」と「海苔」などは同じ材料を表わすとみなせる。材料辞書を構築する際、このような異表記で表現された材料名はひとつのエントリとして統合した方が望ましい。また、異表記の材料名を統合することによって、属性が付与できなかった材料に対して、その異表記の材料に付与された属性を補完できる可能性がある。材料リストを形態素解析し、よみが同じものは同じ材料を表わすとみなすと、材料数は 3,550 から 2,837 に削減されることがわかった。

また、「キャベツ」と「紫キャベツ」、「胡椒」と「黒胡椒」など、材料名を複合名詞とみなしたときの主辞が同じ場合は、それらの材料は同じ属性を持つ場合が多いと考えられる。このような同じ属性を持つ材料の組を自動

的に発見できれば、材料の属性を新たに付与できる可能性がある。例えば、(1) 末尾の 2 文字以上の文字列が同一、(2) 末尾の文字がひらがなではない、といった条件を満たす材料の組を調べたところ、1,681 組が該当することがわかった。ただし、上記で発見された材料の組が常に同じ属性を持つとは限らない。例えば、「カイワレ大根」と「大根」の末尾 2 文字は同じだが、その形状は異なる。材料リストの中から同じ属性を持つ材料の組を発見するためには更なる検討が必要である。

4 おわりに

本論文では、料理レシピ中の調理動作をアニメーションで再現するシステムで用いるための基礎知識として、大規模な材料辞書を構築する手法について述べた。ウェブから収集したレシピ文書から大量の材料名を獲得することはできたが、属性を自動獲得できる材料の数が少ないという問題点は残された。したがって、今後は、材料辞書中の全ての材料に対して正しい属性を付与することが課題となる。また、材料辞書を完全に自動構築することは難しく、人手による作業は必要不可欠である。人手による属性の付与をいかに軽減するかという観点から材料の属性を自動獲得する手法を検討することも重要である。

参考文献

- [1] 池原悟, 宮崎正弘, 白井諭, 横尾昭男, 中岩浩己, 小倉健太郎, 大山芳史, 林良彦. 日本語語彙体系 — 全 5 巻 —. 岩波書店, 1997.
- [2] 大川寛志, 白井清昭. アニメーション生成を目的とした料理ドメイン動作辞書について. 言語処理学会第 11 回年次大会発表論文集, pp. 835–838, 2005.
- [3] Kiyoaki Shirai and Hiroshi Oookawa. Compiling a lexicon of cooking actions for animation generation. In *Proceedings of the 21st COLING and 44th ACL, Volume of Poster Session*, pp. 771–778, 2006.
- [4] 竹島正泰. 料理動作のアニメーション生成のための材料辞書の自動構築. Master's thesis, 北陸先端科学技術大学院大学, 3 2008.
- [5] Stuart G. Towns, Charles B. Callaway, and James C. Lester. Generating coordinated natural language and 3D animations for complex spatial explanations. In *Proceedings of the AAAI*, pp. 112–119, 1998.
- [6] Hideki Uematsu, Akira Shimazu, and Manabu Okumura. Generation of 3D CG animations from recipe sentences. In *Proceedings of the Natural Language Processing Pacific Rim Symposium*, pp. 461–466, 2001.
- [7] Bonnie Lynn Webber and Barbara Di Eugenio. Free adjuncts in natural language instructions. In *Proceedings of the COLING*, pp. 395–400, 1990.