

料理レシピを対象としたアウトライン型自動要約

西原 弘真^{1,a)} 苅米 志帆乃² 藤井 敦²

概要：物事の手順を理解する時、細部にこだわるよりも全体の大まかな流れを把握した方が分かりやすい場合がある。本研究は、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ことを目的とする。教師あり機械学習を用いて、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アウトラインを生成する。既存の重要文抽出要約とは異なり、食材や調理動作に特有の素性を提案し、評価実験によって有効性を示す。

キーワード：自動要約，手順テキスト，料理レシピ，機械学習，情報抽出

1. はじめに

人間が手順を理解する際、細部にこだわるよりも全体の大まかな流れを把握する方が分かりやすい場合がある。例えば、東京の自宅から大阪にある道頓堀までの行き方を知りたい時、全体の流れは、以下に示す3つの段階で説明することができる。

- (1) 自宅の最寄り駅から東京駅へ向かう。
- (2) 東京駅から新幹線で新大阪駅へ向かう。
- (3) 新大阪駅から難波駅へ向かう。

この3つの段階を理解した上で、自宅の最寄り駅から東京駅までの乗り換え情報や、東京駅から新大阪駅まではどの新幹線を使えばいいかなどの細部について知れば良い。

別の例として、料理レシピを考える。図1はカレーライスのレシピである。レシピは4つの段階に分解されており、各段階の内容を代表する動作表現が見出しとして示されている。各段階の見出しを順番に読むことで、当該レシピのアウトラインを把握することができる。

本研究は、料理レシピを対象として、手順のアウトラインに要約することを目的とする。教師あり機械学習を用いて、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アウトラインを生成する。既存の重要文抽出要約とは異なり、食材や調理動作に特有の素性を提案

- 1 野菜を切る
にんじん，じゃがいもを一口大に切る。玉ねぎはくし形に切る。
- 2 材料を炒める
牛肉を炒め，焼き色がついたらにんじん，じゃがいも，玉ねぎを加え，炒め合わせる。
- 3 材料を煮込む
水を加えて，野菜が柔らかくなるまで煮込む。
- 4 カレー粉を加える
カレー粉を加えて，弱火でさらに煮込む。

図1 カレーライスのレシピ

し、評価実験によって有効性を示す。

2. 関連研究と本研究の位置づけ

手順テキストを対象とした自然言語処理の研究として、手順の構造解析と手順の抽出に関する研究がある。浜田ら [14] と苅米ら [5] は料理レシピの構造解析を行い、料理の手順をフローチャートで可視化する手法を提案した。Takechi ら [3] は、Support Vector Machine (SVM) を用いてある文書が手順を示すか否かの2値分類を行い、手順のテキストを抽出する手法を提案した。しかし、手順テキストの自動要約に関する研究は行われていない。

自動要約の研究は1950年代後半のLuhn [1] による研究から始まり、現在に至るまでに様々な研究が行われている。自動要約の関連研究における本研究の位置づけを明確にするために、自動要約の研究を目的と方法論の観点から検討

¹ 東京工業大学工学部情報工学科
Department of Computer Science, School of Engineering,
Tokyo Institute of Technology

² 東京工業大学大学院情報理工学研究科計算工学専攻
Department of Computer Science, Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology

^{a)} nishihara.h.ac@m.titech.ac.jp

する。

まず、自動要約の目的は以下の3種類に大別される。

- 指示的要約：原文を読むべきかどうかを判断するための要約
- 報知的要約：原文の代わりとなるような要約
- 批評的要約：書評のような第三者による要約

しかし、本研究のように手順テキストのアウトライン生成を指向した要約は上記のいずれにも属さない。

次に、自動要約の方法論は以下の2種類に大別される。

- 抜粋型：原文中の重要な文や語句を抜粋し、連結する。
- 抽象型：原文中の内容を保持したまま、表現を編集する。

本研究は手順テキストの各段階を代表する動作表現を抜粋するため、「抜粋型」に属する。ただし、複数の食材に対して同じ動作表現が繰り返される場合は、具体的な食材名を「野菜」のような上位概念で抽象化する場合がある。

抜粋型の自動要約には、教師あり機械学習手法によって、原文中の各文に対して要約に含めるか否かを判定する手法がある [13]。さらに、要約対象の文書を話題ごとに分割し、各話題からリード文を抽出する手法がある [2]。これらの手法を組み合わせれば、手順テキストを各段階に分割し、各段階から重要文を抽出することでアウトラインを生成することが原理的には可能である。しかし、既存の手法は新聞記事や報告書のような情報伝達文書を対象としており、手順テキストの特徴を活用していない。それに対して、本研究は料理レシピを対象として、手順テキストに特有の素性を提案し、教師あり機械学習の手法に応用する。

3. 提案するアウトライン型要約手法

3.1 概要

本研究で提案するアウトライン型要約手法の概要を図2に示す。本手法は、料理レシピのテキストを構築する段階（セグメント）から、図1に示した「野菜を切る」や「材料を炒める」のような見出しを抽出し、さらに連結することでアウトラインを生成する。料理レシピの多くは、レイアウトに基づいてセグメントを容易に特定することができる。そうでない場合は何らかの手法で対象のレシピをあらかじめセグメントに分割しておく必要がある。見出しの形式は「野菜を切る」のように一つの動作とその対象（食材など）を含む述語項関係が多く、対象が省略されていて動詞のみの場合もある。

次に、見出しの形式となる述語項関係を各セグメントから抽出する。各述語項関係の特徴を表す素性ベクトルを作成し、SVMを用いて述語項関係が見出しとなるべきか否かの2値分類を行う。学習データとして、事前に見出しが付与されたレシピの集合 [7-12] を用いる。SVMによって得られた分離超平面からの距離に基づいてスコアを計算す

る。最後に、セグメントごとにスコアが最大の述語項関係を見出しとして選択する。述語項関係の抽出と素性ベクトルの作成については2.2節と2.3節でそれぞれ説明する。

見出しは大きく2種類ある。一つは図1にある4つ目の見出し「カレー粉を加える」のように、セグメント内の単語をそのまま見出しに用いる「抜粋型」である。もう一つは、セグメント内の単語が必要に応じて編集されている「抽象型」である。例えば、図1にある始めのセグメントでは「にんじん」、「じゃがいも」、「玉ねぎ」が「野菜」に置換されている。本研究は抜粋型を主に扱い、複数の食材を「野菜」や「肉」のような上位概念にまとめるような抽象型を併用する。

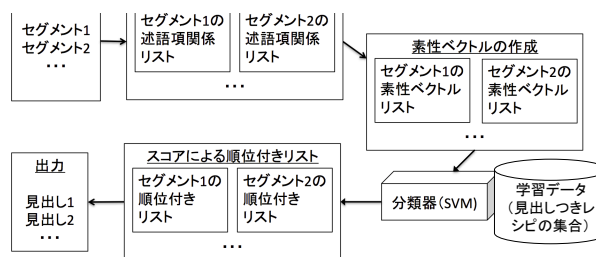


図2 本研究で提案するアウトライン型要約手法の概要

3.2 述語項関係の抽出

浜田ら [14] や苅米ら [5] は、料理レシピの構造解析を行うために、レシピテキストから名詞-助詞-動詞で構成される述語項関係を抽出する。本研究は、この手法を用いて見出し候補となる述語項関係を抽出し、さらに種々の修正を行う。「炒め合わせる」などの複合動詞は一つの調理動作と見なす。「野菜がやわらかくなるまで・・・」といった動作の終了条件を表す修飾語句は見出しになりにくいことから削除する。さらに、レシピテキスト中の表記を見出しの形式に変形させるために、以下に示す処理を自動的に行うようにした。

- 「蒸し煮にする」など「名詞 + ~にする」の形を一つの動詞にする。
- 以下の表現は見出しに現れにくいので、各述語項関係から削除する。
 - － 茶釜の形態素解析結果によって得られた以下の品詞情報は助詞も含め削除する。ただし、「する」、「なる」に接続するものは残す。
 - * 副詞: 「さっと」など
 - * 名詞-副詞可能: 「全体(に)」など
 - * 形容詞 (アウオ段連用テ接続): 「軽く」など
 - * 接尾-助数詞: 「4枚」などの数値情報を数値も含めて削除

- その他の数値情報:長さ(「5cm」など),分量(「大さじ2」など)
- 括弧の中身:「低温(150~160度)」などの記述があるため
- 述語項関係内に調理対象が省略されている場合,前の述語項関係に含まれる名詞によって調理対象を補完する.
修正前:「しいたけを入れて」,「炒める。」
修正後:「しいたけを入れて」,「しいたけを炒める。」
- 複合動詞を分割した述語項関係を見出し候補に追加する.これは,下の例にある「炒める」のように,分解された語が見出しになる可能性があるためである.
修正前:「コーンを炒め合わせる。」
修正後:「コーンを炒め合わせる。」「コーンを炒める」,「コーンを合わせる」
- 述語項関係内に複数名詞がある場合は名詞に分割し,各述語項関係は,一つずつの名詞と動詞で構成されるようにする.
修正前:「塩,こしょうをふって」
修正後:「塩をふって」,「こしょうをふって」
- 動詞に係る助詞を削除し,動詞を原形にする.
- 見出しはしばしば上位概念語を含む場合がある.そのため,複数の食材に対して,同じ動作を行っている時,名詞を上位概念語に置き換え,一つの述語項関係に統合する.同じ動作の食材が全て野菜ならば「野菜」,野菜以外の食材が含まれば「材料」に置き換える.本研究では,食品成分表 [6] と食品番号表 [4] を参考に,食材,調理道具,調味料,野菜に関する上位概念辞書を人手により構築した.
- 「同様に」という語句は,同じ動作を繰り返している可能性が高いので削除する.
- 同じ述語項関係が一つのセグメント内にある場合,一つの述語項関係にまとめる.

3.3 素性ベクトルの作成

3.3.1 既存の素性

手がかり表現

「まとめると」や「本研究では」などの語がテキストの主題を表す手がかりとして利用できる.このような手がかり表現を利用して,テキスト中の重要文を抽出することができる.ただし,料理レシピではこのような手がかりとなる表現がないため,本手法では用いない.

文間の関係を解析したテキスト構造

構造木の作成や,接続詞などを手がかりとしたテキスト構造の抽出により文に重要度を付与し,要約を作成することができる.しかし,料理レシピにおける文間関係は順接

になっていることが多く,接続詞などの出現頻度も低いので本手法では用いない.

単語の重要度

単語の重要度を示す数値として,TF・IDFがある.これは,多くの文書に出現する単語は重要度が低く,特定の文書のみ出現する単語は重要度が高いという考えから利用される.本研究では一つのセグメントを一つの文書とする.実験で用いる料理レシピテキストの集合から全ての動詞においてTF・IDFを計算すると,6未満であったため,値は以下に示す通り6段階の領域に分け,素性値に変換する.

領域	(0, 1]	(1, 2]	...	(4, 5]	(5, 6]
素性値	1	2	...	5	6

文の位置情報

段落の開始文が重要であるなど,文の位置によって重要度が決まる.本研究では「述語項関係の位置情報」として用いる.述語項関係の位置を,セグメント単位及び料理レシピ単位でそれぞれ求める.位置情報を示す値は,セグメント単位の位置であれば,「セグメント内における述語項関係の通し番号」を「セグメント内における述語項関係の数」で割り,下記に示す通り10分割して素性値に変換する.料理レシピ単位の位置も同様である.

領域	(0, 0.1]	(0.1, 0.2]	...	(0.8, 0.9]	(0.9, 1.0]
素性値	1	2	...	9	10

テキストのタイトル

文書のタイトルや章,節などの見出しに現れる内容語を含む文が重要であると考えられる.本研究ではタイトルが料理名に相当すると考え,「料理名」という素性を設ける.述語項関係内にある名詞が料理名に含まれば,素性値を1にし,含まれなければ0にする.

文間,単語間のつながり

テキスト中の他の多くの文と強い関連がある文は重要な文であると考えられる.文間の関連の強さを考える指標の一つとして単語の出現数に注目することが挙げられる.本研究では,「述語項関係間のつながり」という素性を設け,料理レシピ内にある述語項関係が他の述語項関係と同じ単語(名詞か動詞)を共有すれば,共有する述語項関係の数を求め,名詞の数と動詞の数の総和を素性値とする.

3.3.2 本研究で提案する素性

加熱調理の動詞

「炒める」などの加熱調理を表す動詞は見出しになりやすい.見出し付きレシピ本を調べた結果,加熱に関する動詞は10種類,表記の異なりを含めて計12個発見した.その動詞が述語項関係内に出現した場合素性値を1にして,出現しない場合は0とする.

見出しにおける動詞の頻度

セグメント内にある動詞はほぼ必ず見出しになるもの

と、時々見出しになるものがある。動詞に対し、「見出しになったセグメント数」を「出現したセグメント数」で割って、得られた値を下表で示す通り素性値に変換する。

領域	(0, 0.1]	(0.1, 0.2]	...	(0.9, 1.0]	(1.0, ∞)
素性値	1	2	...	10	11

この値が大きいほど動詞が見出しになりやすいことを示す。述語項関係内の動詞が一度でも見出しに出現していれば、上記の値を素性値とし、していなければ0とする。

セグメント内における動詞の出現頻度

料理レシピでは、セグメント内に同じ動詞が複数存在すれば見出しになりやすい。そこで、述語項関係内に含まれる動詞に対して、「動詞がセグメント内に出現する回数」を「セグメント内にある全ての動詞が出現する回数の最大値」で割った値を素性値とする。よって、セグメント内にある動詞の出現頻度が異なれば、素性値が1の方が見出しになりやすくなる。

動詞の出現履歴

述語項関係に含まれる動詞、特に加熱調理の動詞は、そのセグメントで初めて出現するか否かで見出しのなりやすさが変わる。動詞が既出の場合は、前のセグメントで見出しになった可能性があるため、そのセグメントでは見出しになりにくい。述語項関係内の動詞がそのセグメントで初出の場合は素性値を1、既出の場合は0とする。

レシピ全体における動詞の DF

ある動詞が一つの料理レシピ内で複数のセグメントに現れると、その動詞が料理内で重要な動作である可能性がある。DF は、述語項関係内の動詞について一つの料理レシピ内の「動詞を含むセグメント数」を「全セグメント数」で割った値とする。料理によってセグメント数が異なるので、学習で用いる料理レシピの平均セグメント数が4であることから、4分割に正規化した。素性値は下表の通りに変換する。

領域	(0, 0.25]	(0.25, 0.50]	(0.50, 0.75]	(0.75, 1.00]
素性値	1	2	3	4

本研究では TF に関係なく、DF が高いほうが見出しになりやすいと判断し、DF を単独の素性として扱う。

名詞の属性

見出しのなりやすさは述語項関係内の名詞に依存する。述語項関係内の名詞が「豚肉」などの食材が含まれれば見出しになりやすく、「フライパン」などの調理道具、「こしょう」などの調味料は食材と比べると見出しになりにくい。「強火」、「中火」、「弱火」の3つは火加減を表す名詞であり、ほぼ見出しにならない。述語項関係内に特定の名詞が含まれた時の素性値を下表に示す。その他は「表面」など食材の具体的な部分を示す名詞や、名詞がない場合を指す。

名詞の種類	食材	調理道具	調味料	火加減	その他
素性値	1	2	3	4	0

上位概念語

上位概念語の「野菜」、または「材料」に置き換えられた語句を含む述語項関係の素性値を1、それ以外を0とする。これは上位概念語に置換された食材が重要な役割を果たし、見出しになりやすくなるという考えに基づく。

セグメント番号

同じ動詞であっても、セグメント番号によって見出しのなりやすさが変わる。料理レシピ内の「セグメントの通し番号」を「全セグメント数」で割った値を「レシピ全体における動詞の DF」の時と同様に4分割に正規化した値を素性値とする。

3.3.3 統合した述語項関係の素性について

2.2 節で説明したように、述語項関係を抽出する時、同じ述語項関係を一つにする操作や、複数の名詞を上位概念語に統合する操作を行う。この時、各素性値の値は平均を計算する。素性値が異なり、平均を計算する可能性のある素性は、「単語の重要度」、「述語項関係の位置情報」、「述語項関係間のつながり」、「セグメント番号」である。

4. 評価実験

4.1 評価方法

出版されている料理レシピの書籍には、図1に示したようにセグメントごとに見出しが付与されている場合がある。そのような書籍 [7-12] から合計306件のレシピを収集して評価実験に使用した。当該レシピ集合には、1465件のセグメントが含まれている。このレシピ集合を用いて10分割の交差検定を行った。この際、書籍によって見出しの付け方に差異があるため、特定の書籍から収集したレシピが特定の分割に集中しないようにした。述語項関係の抽出(3.2節)に失敗する場合は、本研究で提案した素性の有効性だけを評価することが困難になる。そこで、正解となる述語項関係が得られなかったセグメントはテストデータから削除した。ここで、正解の定義として「完全一致」だけでなく、動詞だけが一致すればよい「部分一致」も用いた。その結果、完全一致と部分一致の場合でそれぞれ128件と264件のセグメントがテストデータとして使用された。

比較した手法を以下に示す。

- ランダム：セグメントから無作為に抽出した述語項関係を見出しとする。
- 既存の素性：3.3.1で説明した既存の素性を用いて、SVMによる2値分類を行う。
- 本手法：3.3.1と3.3.2で説明した素性を用いて、SVMによる2値分類を行う。

4.2 実験結果と考察

表 1 異なる要約手法の正解率 (%)

正解の基準	ランダム	既存の素性	本手法
部分一致	21.32	35.79	64.50
完全一致	20.07	28.95	50.12

表 1 にランダム、既存の素性、本手法の正解率を示す。本手法と既存の素性は共にランダム抽出での正解率を上回った。また、本手法は既存の素性より部分一致では約 30%、完全一致では約 20% 正解率を上回ったことから、本手法の素性が有効であったことが分かる。

正解率は 1 位のみを考慮しているため、正解の述語項関係が何位であったのかが具体的に分からない。したがって完全一致のテストデータ 128 件のセグメントに対して、各順位の件数を統計し、結果を図 3 に示す。上位における本手法の件数が多いことと、順位の平均を既存の素性と本手法で計算したところ、既存の素性では、3.83 位、本手法では 2.02 位であったことから、本手法が有効であったことが分かる。更に、128 件のセグメントを以下の 4 つの区分に分類した。括弧内の数値は件数を示す。

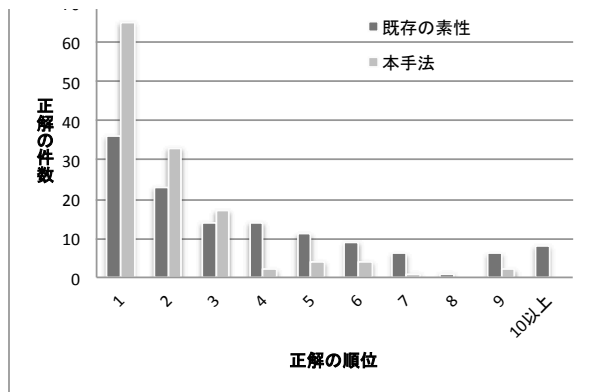


図 3 各順位のセグメント数を統計したグラフ

- A 「既存の素性」と「本手法」の両方が正解したセグメント (23)
- B 「本手法」のみ正解したセグメント (44)
- C 「既存の素性」のみ正解したセグメント (12)
- D 「既存の素性」と「本手法」の両方が正解したセグメント (49)

本手法での正解率は約 50% であったので、D の件数が一番多かった。しかし、B の件数が 2 番目に多かったことから、本手法が既存の素性より多くのセグメントで正解が得られたことを示す。分類したそれぞれの区分について、正解または不正解となった理由を分析し、以下に実例と共に示す。

A の分析

セグメント：「香りが立ったら中火にし、魚を入れる。」

既存の素性：「1, 魚を入れる」, 「2, 中火にする」

本手法：「1, 魚を入れる」, 「2, 中火にする」

上記は一つのセグメント内の述語項関係を示し、数値はスコアによる順位付きリストの順位である。下線が正解の見出しを示す。「魚を入れる」が正解として得られた理由は、既存の素性では、単語の重要度を示す TF・IDF が「入れる」の方が「中火にする」より高かったことである。また、「入れる」が料理内で他の述語項関係と共通する単語であったことと、セグメント内の位置が「中火にする」より後だったことも理由として考えられる。本手法では、名詞の属性が関与し、「魚」という食材が火加減を示す「中火」よりも見出しになりやすいことで正解が得られた。

B の分析

セグメント：「長ねぎを加えてサッと煮る。器に盛り、好みで一味唐がらしをふる。」

既存の素性：「1, 一味唐がらしをふる」, 「2, 好みでふる」, 「3, 器に盛る」, 「4, 材料を煮る」, 「5, 長ねぎを加える」

本手法：「1, 材料を煮る」, 「2, 長ねぎを加える」, 「3, 器に盛る」, 「4, 一味唐がらしをふる」, 「5, 好みでふる」

既存の素性で「材料を煮る」が正解として得られなかった理由は、セグメント内の位置が先頭の方であったからである。「材料を煮る」が本手法で正解が得られた理由は、動詞「煮る」が加熱調理の動詞であったことと、見出しにおける頻度が高かったことが挙げられる。

C の分析

セグメント：「ボウルに 1 を入れてざっと混ぜ、小麦粉をふって全体にまぶす。」

既存の素性：「1, 小麦粉をまぶす」, 「2, 小麦粉をふる」, 「3, えび P を混ぜる」, 「4, ボウルに 1 を入れる」

本手法：「1, えび P を混ぜる」, 「2, 小麦粉をまぶす」, 「3, ボウルに 1 を入れる」, 「4, 小麦粉をふる」

「小麦粉をまぶす」が既存の素性で正解が得られた理由は、セグメント内の位置であったためである。また、本手法で正解が得られなかった理由は、「名詞の属性」の素性が弊害となったことが考えられる。具体的には、名詞の属性が「食材」の方が「調味料」より見出しになりやすいと学習されたため、食材である「えび」が、調味料である「小麦粉」よりも優先して 1 位となった。

D の分析

セグメント：「皿に盛って形を整え、パセリを添

表 2 各素性を外した時の正解率

外した素性	部分一致		完全一致	
	正解率 (%)	全素性との差	正解率 (%)	全素性との差
なし	64.15	0.00	45.29	0.00
単語の重要度	60.85	-3.30	46.63	1.34
述語項関係の位置情報 (セグメント内)	62.83	-1.32	48.35	3.06
述語項関係の位置情報 (料理レシピ内)	63.64	-0.51	43.86	-1.43
料理名	64.15	0.00	44.45	-0.84
述語項関係間のつながり	63.44	-0.71	46.62	1.33
加熱調理の動詞	62.95	-1.20	43.53	-1.76
見出しにおける動詞の頻度	56.55	-7.60	36.60	-8.68
セグメント内における動詞の出現頻度	63.69	-0.46	46.81	1.53
動詞の出現履歴	64.54	0.39	49.27	3.98
レシピ全体における動詞の DF	63.86	-0.29	45.09	-0.20
名詞の属性	65.56	1.41	46.22	0.93
上位概念語	63.77	-0.38	43.62	-1.67
セグメント番号	63.65	-0.50	46.19	0.90

えてトマトケチャップをかける。」

既存の素性：「1, トマトケチャップをかける」, 「2, パセリを添える」, 「3, 形を整える」, 「4, 皿に盛る」

本手法：「1, 形を整える」, 「2, 皿に盛る」, 「3, トマトケチャップをかける」, 「4, パセリを添える」

「皿に盛る」が正解として得られなかった理由は、既存の素性では、セグメント内の位置として先頭だったことが原因である。本手法では見出しにおける動詞の頻度がそのまま順位に影響したと考えられる。具体的には出現頻度が高い順に「整える」「盛る」「かける」「添える」となっていたからである。

4.3 有効な素性の分析

どの素性が有効だったかを調べるために、各素性を一つずつ外し、正解率をそれぞれ求めた。一つの素性を外したことによって正解率が低下すれば、その素性が有効であることが分かる。結果は表 2 に示す。

部分一致と完全一致で正解率の増減に違いがあった。部分一致では 10 個の素性、完全一致では 6 個の素性が有効であった。平均を計算した結果、「単語の重要度」, 「述語項関係の位置情報 (料理レシピ内)」, 「料理名」, 「加熱調理の動詞」, 「見出しにおける動詞の頻度」, 「レシピ全体における動詞の DF」, 「上位概念語」の計 7 個が素性として有効であった。特に正解率の低下が見られたのが「見出しにおける動詞の頻度」の素性を外した時であった。また、全体として一番正解率に良好な結果が得られたのは部分一致において「名詞の属性」の素性を外した時であった。すなわち、名詞の属性で見出しを特定するのはあまり効果的ではなかった。完全一致では「動詞の出現履歴」の素性を外した時が一番良好な正解率が得られた。つまり、動詞が対象セグメントで過去に出現したか否かは見出しの決定に関係

がなかった。「名詞の属性」と「動詞の出現履歴」の素性をそれぞれ外した時のみ、部分一致と完全一致の両方で正解率が上がってしまったので、この 2 つの素性は有効ではなかった。

5. おわりに

本研究では料理レシピテキストのアウトライン型要約手法を提案した。料理レシピ特有の素性を提案し、評価実験により有効性を示した。本研究では、抽象型は上位概念への置換のみを行っている。そのため、今後の課題として、調味料をふる動作を表す「調味する」や料理の準備段階を示す「下準備をする」など、様々な抽象型による見出しの生成を試みる必要がある。また、本研究は手順テキストの一つとして料理レシピにドメインを絞って実験を行った。今後の課題として、本手法により有効性が示された素性が他の手順テキストに応用できるかを調べる必要がある。

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] Luhn, H.: The Automatic Creation of Literature Abstracts, *IBM Journal of Research and Development*, Vol. 2, No. 2, pp. 159-165 (1958).
- [2] Nakao, Y.: An Algorithm for One-page Summarization of a Long Text Based on Thematic Hierarchy Detection, *Proceedings of the 38th Annual Meeting on Association for Computational Linguistics*, pp. 302-309 (2000).
- [3] Takechi, M., Tokunaga, T., Matsumoto, Y. and Tanaka, H.: Feature Selection in Categorizing Procedural Expressions, *Proceedings of the sixth international workshop on Information retrieval with Asian languages*, Vol. 11, pp. 49-56 (2003).
- [4] 厚生労働省：平成 13 年国民栄養調査 食品番号表 (2001).
- [5] 苅米志帆乃, 藤井 敦：料理レシピテキストの構造解析とその応用, 言語処理学会第 18 会年次大会発表論文集,

- pp. 839–842 (2012).
- [6] 実教出版部：カラーグラフ食品成分表，実教出版 (2007).
 - [7] 中村寿子 (編)：手間なし、ササッと早ごはん，オレンジページ (2009).
 - [8] 高田秀之 (編)：鍋ひとつでできる！早ワザ&美味ごはんレシピ 83 10 分間でできる簡単ごはん，宝島社 (2006).
 - [9] 田村 仁 (編)：「洋食」これができれば！，講談社 (2007).
 - [10] 田村 仁 (編)：「和食」ってかんたん！，講談社 (2007).
 - [11] 成美堂出版編集部 (編)：週末 男の料理術，成美堂出版 (2008).
 - [12] 検見崎聡美：絶対おいしい！ はじめての楽しい料理，主婦と生活社 (2011).
 - [13] 平尾 努，磯崎秀樹，前田英作，松本裕治：Support Vector Machine を用いた重要文抽出法，情報処理学会論文誌，Vol. 44, No. 8, pp. 2230–2243 (2003).
 - [14] 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).