

# 手順テキストの可視化を目的とした構造解析手法

寺島 太平<sup>†</sup> 苅米志帆乃<sup>†</sup> 佐藤 哲司<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 長野工業高等専門学校 電気電子工学科 〒381-8550 長野県長野市徳間 716

<sup>††</sup> 筑波大学 図書館情報メディア系 〒305-8550 茨城県つくば市春日 1-2

E-mail: <sup>†</sup>13222@g.nagano-nct.ac.jp, <sup>††</sup>s\_karikome@nagano-nct.ac.jp, <sup>†††</sup>satoshi@ce.slis.tsukuba.ac.jp

あらまし 我々の身の回りには料理レシピや操作説明書などの手順を示したテキストが数多く存在している。これらのテキストを用いる際には、各手順の内容と全体の構造を理解することが重要である。しかし、テキストの文字情報では全体の構造を俯瞰するには時間がかかる場合がある。そこで、手順テキストを可視化することで問題を解決する。本研究では、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。また実際の手順テキストを用いて本手法の有効性を検証した。

キーワード 手順テキスト, 可視化, フローグラフ, 構造解析

## 1. はじめに

ある目的を達成するための手順を示したテキスト（以下、手順テキスト）として、料理レシピテキストや機械の操作説明書などがある。我々の身の回りには多種多様な手順テキストがあり、利用する機会も増えている。

現在 web では多種多様な手順テキストがあり、日々その件数も増え続けている。例えば、料理レシピサイトである「クックパッド」<sup>(注1)</sup>では、利用者が自由にレシピを投稿でき、現在は約 281 万件が登録されている。これらのテキストでは、特定の手順を共有する場合がある。例えば、血抜きをする手順で「レバーを水に浸す」がある。同様の手順が「ボールにたっぷり水を入れ、そこにレバーを入れる」と書かれている場合もある。手順テキストは書き方に明確な規則はない。そのため、同様の手順であっても、ユーザは直感的に把握できない可能性がある。

より効率的にこれらのテキストを利用するために、本研究では多種多様な手順テキストのための構造解析手法を提案し、手順の全体構造を表すグラフを生成する。

## 2. 関連研究

### 2.1 料理レシピの構造解析

浜田ら [2] の研究では、料理レシピテキストを対象とした構造解析およびそのフローグラフの自動生成手法を提案し、評価実験を通してその有効性を示した。重田ら [3] の研究では、ある料理に関する複数のレシピから、その料理の典型的な手順を出力する手法を提案した。また生成においてユーザが投稿したレシピには表記ゆれが多数存在するため、同義語を登録した料理オントロジーを構築した。苅米ら [1] は手法の核となる部分を提案している。本論文では提案手法をより詳細化し、手法の有効性を評価した。

### 2.2 料理レシピのグラフ

森ら [4] の研究では、日本語の料理レシピテキストの意味表

現の詳細について調べた。その結果から、フローグラフにする表現の形式としては木のような 1 つに収束する形式ではなく無閉路有向グラフ (DAG) が適切であることが分かった。また、実際に約 100 のレシピをフローグラフに変換し統計情報を提示した。また森らのフローグラフコーパスは、調理手順テキストの自然言語理解の結果とみることでもでき、レシピ文章全体の理解に取り組むことも可能となる。また、山崎ら [5] はフローグラフからレシピ文を自動生成する手法について述べた。形態素解析を行い、付与されるレシピ用のタグの並びに関するテンプレートを作成し、どのテンプレートに属するかを計算によって求めレシピ文を自動生成した。

## 3. 構造解析手法

### 3.1 概要

本研究では、手順テキストを構造解析しフローグラフを出力する。具体例として、プリンタの操作説明書 [6] にある「インクをセットする」の手順テキストを表 1 に示す。表 1 を構造解析し、出力するフローグラフを図 1 に示す。楕円形のノードが「動作対象」、その中で実線の楕円形のノードがメインの動作対象、点線のノードがサブの動作対象となる。四角形のノードが「動作」である。本手法では、はじめにノードを抽出するために「動作対象」とその「動作」の辞書を人手で構築する。次に辞書を用いてノードとなる語句を抽出し、構造解析を行う。3.2 ~ 3.4 節で具体的に説明する。

表 1 手順テキストの例:「インクをセットする」

- 
- (1) インクパックを用意する
    - (1-1) 小さい段ボールからインクパックと IC チップを取り出します
  - (2) IC チップを取り付ける
  - (3) インクパックをエコケースに入れる
    - (3-1) エコケースを開ける
    - (3-2) インクパックに付いている、シールを剥がす
    - (3-3) インクパックを入れ、エコケースを閉じる
  - (4) エコケースを台座に取り付ける
- 

(注1): <http://cookpad.com/>

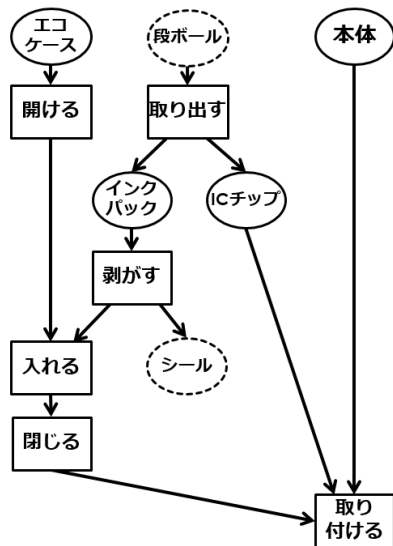


図1 フローグラフの例:「インクをセットする」

### 3.2 辞書の構築

フローグラフに用いる「動作対象」とその「動作」の辞書を構築する。収集した手順テキストを形態素解析し、動作対象を表す「名詞」、動作を表す「動詞」を抽出し、人手で修正・選定を行う。さらに、構造解析する際に必要となるため各動作に属性を定義する。本研究では2種類の属性を用いる。

- 分離: 対象を分ける動作 (例: 「取り出す」)
- 結合: 2つ以上の対象が結合する動作 (例: 「取り付ける」)

### 3.3 属性の付与

手順テキストを形態素解析し、名詞と動詞を抽出する。抽出した語を3.2節で構築した辞書と照合し属性を付与する。名詞を抽出する際は、名詞が連続する場合は、1つの複合名詞として抽出する。例えば、「インクパック」を形態素解析すると、「インク(名詞)/パック(名詞)」となるため、「インクパック」と複合名詞として扱う。表1に属性を付与した結果を表2に示す。

### 3.4 構造解析

節で抽出したノードに基づき構造解析を行う。各動作について動作対象を特定するために、各動作の直前にある動作対象を1対として抽出する。例えば、表2の(3-1)について、「エコケース(動作対象,メイン)を開ける(動作)」の場合、動作である「開ける」の直前にある動作対象「エコケース」を抽出する。解析例を図2に示す。

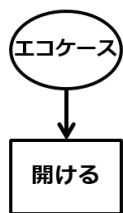


図2 (3-1)の解析例

また、動作の属性が「分離」もしくは「結合」の場合には、2つ以上の動作対象が必要となる。該当の動作では、別の動作が出現するまで、その動作より前に出現する動作対象を抽出する。

表2の(3)について、「インクパック(動作対象,メイン)を入れる(動作,結合)」の場合、「入れる」は「結合」の属性を持つため、「インクパック」と「エコケース」を抽出する。解析結果を図3に示す。

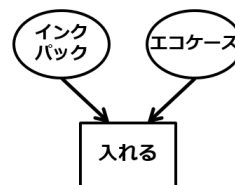


図3 (3)の解析例

表2の(3-2)について、「インクパック(動作対象,メイン)に付いている、シール(動作対象,サブ)を剥がす(動作,分離)」の場合、「剥がす」は「分離」の属性を持つため、「インクパック」と「シール」を抽出する。解析結果を図4に示す。

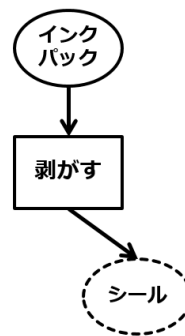


図4 (3-2)の解析例

## 4. 評価実験

### 4.1 評価対象

実際の操作説明書を対象とした評価実験を行なった。評価対象は、カラーインクジェットプリンタの操作説明書[6]、プリンタカッターの操作説明書[7]、インクジェットプリンタの操作説明書[8]より18件とした。手順数が1つしかない、ただ順番に押していくボタン操作説明のようにフローグラフにするメリットが見られない、といった手順テキストを除いて選定した。表3に対象にした手順テキストの項目を示す。

また、評価対象では、各手順について詳細が記載されている場合がある。例えば表2では、(2)と(4)は詳細がないが、(1)と(3)には(1-1)、(3-1)~(3-3)に詳細がある。詳細が記載されている場合、全てを用いると重複してしまうため、詳細がある場合は詳細のみを用いる。表2では以下の手順のみを用いる。

(1-1), (2), (3-1), (3-2), (3-3), (4)

表 2 属性付与の例

- (1) インクパック(動作対象, メイン) を用意する  
 (1-1) 小さい 段ボール(動作対象, サブ) から インクパック(動作対象, メイン) と IC チップ(動作対象, メイン) を 取り出します(動作, 分離)  
 (2) IC チップ(動作対象, メイン) を 取り付ける(動作, 結合)  
 (3) インクパック(動作対象, メイン) を エコケース(動作対象, メイン) に 入れる(動作, 結合)  
 (3-1) エコケース(動作対象, メイン) を 開ける(動作)  
 (3-2) インクパック(動作対象, メイン) に付いている, シール(動作対象, サブ) を 剥がす(動作, 分離)  
 (3-3) インクパック(動作対象, メイン) を 入れ(動作, 結合), エコケース(動作対象, メイン) を 閉じる(動作)  
 (4) エコケース(動作対象, メイン) を 台座に 取り付ける(動作, 結合)

表 3 評価対象

1. インクをセットする
2. 布巻ローラーを取り付ける
3. モーター直結ユニットを交換する
4. 引き剥がしセンサの位置調整
5. 湾曲バーを使ってメディアのたるみを取る
6. 本機の移動
7. ベルト補正ユニットの清掃
8. 電源ケーブルを接続する
9. インクカートリッジを入れる
10. ヘッド高さを調整する
11. リーフメディアをセットする
12. カッターを取り付ける
13. ボールペンの取り付け方
14. 刃先の交換
15. ワイパとキャップの清掃
16. インクボトルをセットする
17. インクボトルを交換する
18. テーブルの高さを変更する

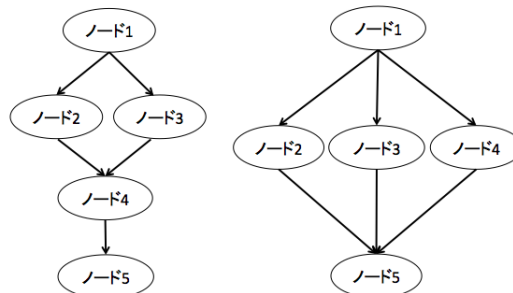


図 5 正解のグラフ (左) と出力結果のグラフ (右)

正解のグラフ :

(ノード 1, ノード 2), (ノード 1, ノード 3),  
 (ノード 2, ノード 4), (ノード 3, ノード 4),  
 (ノード 4, ノード 5)

出力結果のグラフ :

(ノード 1, ノード 2), (ノード 1, ノード 3),  
 (ノード 1, ノード 4), (ノード 2, ノード 5),  
 (ノード 3, ノード 5), (ノード 4, ノード 5)

評価実験を行うために評価対象 18 件について、動作対象とその動作の辞書を構築した。辞書の項目数は、動作対象(メイン)が 72、動作対象(サブ)が 3、動作が 55 である。

#### 4.2 評価尺度

本手法の有効性に対して評価を行った。評価対象について事前に正解となるフローグラフを人手で作成した。正解データと出力結果を比較して、ノード対の集合を抽出し、正しく抽出できたノード対の件数で評価を行なった。評価尺度は再現率、精度、F 値を用いた。精度 P を式 (1)、再現率 R を式 (2)、F 値を式 (3) に示す。

$$\text{精度 } P = \frac{\text{出力結果のうち正解した件数}}{\text{出力件数}} \quad (1)$$

$$\text{再現率 } R = \frac{\text{出力結果のうち正解した件数}}{\text{正解件数}} \quad (2)$$

$$F \text{ 値} = \frac{2PR}{P + R} \quad (3)$$

評価方法について図 5 の例を用いて説明する。各グラフからノード対を抽出する。

出力結果のグラフのうち、正解しているノード対は(ノード 1, ノード 2), (ノード 1, ノード 3), (ノード 4, ノード 5) の 3 つである。したがって、精度は 50%(3/6)、再現率は 60%(3/5) となる。

#### 4.3 実験結果

評価結果を表 4 に示す。精度の平均は 0.87 で、再現率の平均は 0.68 であった。また、F 値の平均は 0.76 であった。

#### 4.4 誤り分析

評価結果の F 値が低下した誤りの要因として 5 つの問題が分かった。1 つ目に、手順テキスト上で動作対象が省略されている場合である。省略されていると動作と対になる動作対象が抽出できず正しい構造解析が行うことができない。以下の例では IC チップを取り付ける動作対象である「本体」が省略されている。

例. 「IC チップを取り付ける」  
 「(本体に) IC チップを取り付ける」

表 4 評価結果

項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	平均
精度	1.00	0.76	0.75	0.67	0.78	1.00	0.83	1.00	1.00	0.83	0.82	0.75	0.89	1.00	0.92	1.00	0.82	0.89	0.87
再現率	0.92	0.81	0.75	0.50	0.64	0.83	0.50	0.83	0.67	0.83	0.75	0.38	0.74	0.40	0.86	0.53	0.69	0.65	0.68
F 値	0.96	0.79	0.75	0.57	0.70	0.91	0.63	0.91	0.80	0.83	0.78	0.50	0.81	0.57	0.89	0.70	0.75	0.76	0.76

2 つ目の要因として、動作を繰り返す、条件で分岐するという複雑な手順の処理に対応していなかった点である。「条件分岐」は条件によってフローグラフが枝分かれしてしまう。このような特殊な動作に対しての構造解析手法を検討する必要がある。

3 つ目に参照表現が含まれている手順テキストの場合である。以下の例のように、他の手順や項目、載せられている画像を参照した手順テキストがある。他の手順や他の項目を参照する場合はテキストとして存在しているため適した構造解析の手法を検討する必要がある。

- 手順参照：「手順 (1) を繰り返す」
- 項目参照：「P.1-13 を参照してインクをセットする」
- 画像を参照：「図のようにして振る」

4 つ目の要因として、同じ意味である語句に対し表記が統一されていない「表記ゆれ」があった。例えば動作対象となる「インクボトル」を「ボトル」と異なる表現を同手順テキスト内で行っているため、動作対象だと判別できず抽出漏れとなった。

5 つ目の要因として動作が複数の意味を持つ「多義語」があった。例えば「電源を入れる」という手順テキストで、「入れる」という動作が本来正しい意味である「ON にする」という意味ではなく、2 つ以上の対象を結合するという意味で解析されている。よって、本来動作対象は 1 つだけであったが余分な動作対象も抽出して誤りとなった。

## 5. おわりに

本研究では可視化を目的とした手順テキストの構造解析手法を提案した。評価実験では、実際の操作説明書を用いて、F 値が 7 割を超える結果が得られた。今後は 4.4 節で述べた課題について検討する。また、より広範な手順テキストへの適用と評価を行い、頑健な手法を目指す。

## 文 献

- [1] Shihono Karikome, Noriko Kando, Tetsuji Satoh: Structural Analysis of Procedural Texts for Generating Flow Graphs, Proceedings of 19th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services, iiWAS2017, 2017.
- [2] 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, vol.J85-D-2, no.1, pp.79-89, 2002.
- [3] 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.
- [4] 森信介, 山肩洋子, 笹田鉄郎, 前田浩邦. レシピテキストのためのフローグラフの定義, 研究報告自然言語処理, 2013-NL-214, 13, 1-7, 2013.
- [5] 山崎健史, 森信介, 河原達也. フローグラフからのレシピ文自動生成, 研究報告自然言語処理, 2014-NL-219, 13, 1-5, 2014.
- [6] 株式会社ミマキエンジニアリング: 「Tx300P-1800B 取扱説明書」.
- [7] 株式会社ミマキエンジニアリング: 「CIV300-130/160 取扱説明書」.
- [8] 株式会社ミマキエンジニアリング: 「UJF-3042Mk II/6042MkII 取扱説明書」.