

# 物語の階層構造に着目した童話の自動生成手法

## Automatic Fairy Story Generation Method Focused on Hierarchic Structure of Story

金盛 克俊\*<sup>1</sup>  
KATSUTOSHI KANAMORI

大和田 勇人\*<sup>1</sup>  
HAYATO OHWADA

\*<sup>1</sup> 東京理科大学理工学部経営工学科  
Tokyo University of Science, Faculty of Science and Technology

It is an important and difficult challenge to let AI system create story. The purpose of our research is to develop a method to generate fairy tales automatically for computer. We focused on two structures of story, one is a text structure and another is a logical structure. Text structure contains chapter structure constructed of list of classes of sentences. Almost all of sentences can be classified 5 classes. Otherwise, logical structure does not depend on language, the structure is a list of state information. The state information represented as a set of logic formula. We proposed a method to create fairy story by using these two structures. The proposal method has 2steps, the first step is to analyze existing fairy tales for getting new text structure, and next step is to create sentences in order while reading text structure and generating logical structure.

### 1. はじめに

人工知能研究において、創造を実現することは最も困難な課題の一つである。本研究の目指す最終的な目標は、人工知能による物語の自動創作である。近年では「コンピュータに星新一のようなショートショートを創作させる試み」と題したプロジェクトが開始される[松原 13]等、徐々にコンピュータによる創作活動の試みが注目を集め始めている。

本研究の目的は一般的な物語の創作を目指して、特に童話の自動生成手法を提案することである。童話は文や物語の構造が単純で、照応表現や倒置表現など複雑な表現なども少ないため、既存の物語の分析や創作が比較的容易であると考えられる。

また、童話は読者に対して難しい背景知識をあまり要求しないという特徴もある。例えば推理小説などでは、刑事や探偵などの登場人物に対して、刑事や探偵という存在がどのような社会的立場にありどのような役割を持つのかということを読者や作者は理解していなければならない。このような常識的な背景知識は物語の読み手にとっても書き手にとっても必要不可欠なものであるが、事前に全ての常識的知識を収集するのは極めて困難である。常識的知識を収集する研究も試みられている[Liu 04, Barry 05]が、本質的にはこの問題はフレーム問題であり、解決は簡単ではない。一方、童話においては動物が人間のように会話したり行動したりという常識ではありえないことが違和感なく受け入れられ、登場人物に対する事前知識はほとんど必要としない。このことは物語の自動創作の難しさを緩和する大きな特徴である。

本研究では物語がもつ表層的な構造(文章構造)と概念同士が成す意味内容の構造(論理構造)に着目し、まず既存の童話を持つ構造的な特徴を分析し、その結果を用いて新たな童話を生成する手法を提案する。提案手法では、まず物語の初期状態を決定し、文章構造をもとに変化させていきながら一文ずつ物語を生成するため、矛盾のない物語が生成する。これは既存の物語の単語を置換したり、既存の物語の文を組み合わせた

て生成するような、本質的に意味内容を考慮しない手法では実現が難しいものである。

### 2. 物語構造の分析

本章では童話自動生成のための既存の物語(童話)に内在する構造の分析について論じる。本研究では、物語が持つ表層的な構造と意味内容を区別して考えることにより、自動生成手法においてもそれぞれを区別して扱えるようにしたい。物語の表層とはここでは自然言語文によって構成される文章のことであり、意味内容とは物語の文章が意味する概念同士の論理的な関係やその状態、遷移のことである。本論文では表層的な文章の構造を文章構造と呼び、意味内容を論理構造と呼ぶことにし、その詳細について述べる。

童話の文は会話文とそれ以外の文である地の文の二種類があり、それぞれの文が物語における意味内容を表現文している。

地の文ひとつひとつに注目してみると、現在の状態を表す文と、状態の変化を表す文におおまかに大別できることがわかる。以下は童話「ねずみの嫁入り」[楠山 83]の一部分を抜粋したものである、

“むかし、むかし、ある家のお倉の中に、お米を持って、麦を持って、粟を持って、豆を持って、たいそうゆたかに暮らしているお金持ちのねずみが住んでおりました。子供がないので神さまにお願いしますと、やっと女の子が生まれました。”

この引用部は2つの文から構成されており、金持ちのねずみが住んでいるという、物語の初期状態を説明する文から始まり、その状態から、新たに女の子が生まれるという状態の変化を説明する文へと続いているのがわかる。

次に会話文について考えてみると、会話文はそれぞれ話者の意図や信念、感情や立場等が表れる、複雑なシステムからの出力であると考えられるが、ここでは論理構造を用いた物語自動生成のため、簡単に会話文を分類することを考える。例えば、童話「桃太郎」[楠山 83]には以下のような3つの会話文がある。

「早くおじいさんと二人で分けて食べましょう。」

「おばあさん、今帰ったよ。」

「おや、おじいさん、おかいんなさい。待っていましたよ。」

最初の会話文は(桃を)将来食べるという将来の状態変化について言及した会話文であり、2つ目の会話文は現在(おじいさ

連絡先: 金盛克俊, 東京理科大学理工学部経営工学科, 千葉県野田市山崎 2641, 電話: 04-7124-1501(内線 3803), Email: katsu@rs.tus.ac.jp

んが)家に帰ってきたという状態の変化を表す会話文であり、最後はおばあさんが待っていたという過去の状態について言及する会話文である。本研究では会話文をこのような3つの種類に分類することを考える。

当然のことながら、これらに分類が困難な例外の文もあるが、本論文で提案する手法ではこれらの5種類の文によって物語を構成することを考える。これらは全て状態とその変化に着目した文の分類であり、論理構造と対応して文を生成するために必要な分類である。

以下では、文章構造と論理構造についてより具体的に述べる。

## 2.1 文章構造

一般に文章は複数の章や節によって構成され、またその章や節はまた複数の段落によって構成される。段落は文の列で表現されるため、文章全体の構造は文章、章、節、段落、文という階層構造を持つことがわかる。対象を童話に限定すれば複雑な章節を持つものは少ないため、ここでは文章は章の列であり、章は文の列であるというように単純な階層構造を考える。すなわち、童話における文章は章によって構成され、章は文によって構成される。そして、文章構造とは章構造から成るものであり、章構造は文列の特徴によって定められるものである。

本研究では、文を地の文と会話文にわけ、さらに地の文については「現在の状態を説明する文」と「状態の変化を説明する文」の2つに分類し、会話文については「過去の状態について述べる文」と「現在の状態について述べる文」と「将来の状態について述べる文」の3つに分類する。それぞれの分類クラスを順に  $cl_1, cl_2, cl_3, cl_4, cl_5$  とすると、章構造はこれらの列で定義されるものとする。例えば、6つの文から成るある章の構造  $c_i$  は

$$c_i = \langle cl_1, cl_1, cl_2, cl_5, cl_4, cl_2 \rangle$$

のように表すことができ、文章構造  $T$  は章構造の列として

$$T = \langle c_1, c_2, \dots, c_n \rangle$$

のように表すことができる。

## 2.2 論理構造

物語の論理構造は、物語の意味内容を表すための構造であり、本質的には言語に依存しない構造である。本研究ではある時点の状態を述語論理式の集合で表し、物語全体の論理構造を状態の列、すなわち述語論理式の集合の列で表すことにする。

童話「桃太郎」を例にとると、物語の初期状態は図1に示すような図で表現できる。

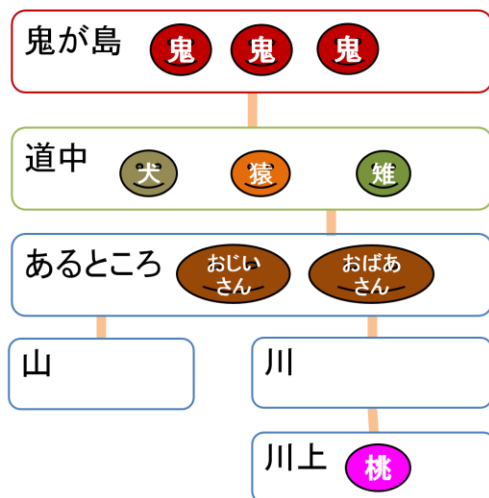


図1. 「桃太郎」の初期状態

おじいさんとおばあさんがあるところという仮の名前の場所において、鬼は鬼ヶ島にいて桃は川上にあるというような人や物の場所を表す情報や、各場所同士の移動可能性を表すパス情報等が挙げられる。これらの情報全てによってある時点状態を表すものとする。例えば図1の状態  $s$  は次のような論理式の集合で表現される。

$$s = \{ \text{Place}(\text{おじいさん}, \text{あるところ}), \\ \text{Place}(\text{おばあさん}, \text{あるところ}), \dots \\ \text{Path}(\text{あるところ}, \text{川}), \\ \text{Path}(\text{川}, \text{川上}), \dots \}$$

論理構造はこのような論理式の集合の列であるので、 $s_1, s_2, \dots, s_n$  を状態とすると、論理構造  $R$  は以下のように表現される。

$$R = \langle s_1, s_2, \dots, s_n \rangle$$

この状態列には状態  $s_i$  と  $s_{i+1}$  の差異により、状態の変化が内在している。

## 3. 提案手法

本稿で提案する童話生成手法は2つのステップから成る。最初のステップは、既存の物語群から文章構造を抽出するステップである。既存の物語群から抽出した物語構造は、次のステップの物語生成において物語のひな形として利用される。物語生成ステップにおいては、論理式の集合で表現される初期状態を生成し、初期状態をもとに文章構造に含まれる文クラスを具体化していく。以下で順に詳しく述べる。

### 3.1 文章構造の抽出

ここでは与えられた複数の童話から文章構造を抽出する手法について述べる。抽出すべき文章構造は、あくまで後に続く物語生成に用いるためのもので、厳密な構造解析が目的ではないことに注意されたい。また、複数の物語を分析し参考にする際は、作品によって傾向が著しく異なることは望ましくない。作者によって作品の文体や表現が異なることが報告されている[大塚 14]ため、ここでは同じ作者の童話を複数与えることが望ましいと考えられる。本研究では多くの童話が青空文庫で公開されている作家楠山正雄の作品をいくつか選んで実験を行った。

まずは文章構造の末端の構成要素である文の分類手法について述べ、次に章構造の決定方法について述べる。

#### (1) 文の分類

2章で述べた通り、文は地の文と会話文の2種類があり、それぞれクラス  $cl_1, cl_2$  と  $cl_3, cl_4, cl_5$  に分類される。少量の文であれば、人手によって分類することもできるが、量が多くなるとそれも困難である。そこで、いくつかの文を手動で分類したものをトレーニングデータとして機械学習を行い、残りの文の分類を自動的に行う手法を考える。いわばこのステップは物語自動生成の前の準備段階であり、文の分類モデル構築のためにある程度の文の手動分類と機械学習によるモデル生成を行わなくてはならないことを意味する。

本研究では、各文を形態素解析し、助詞や助動詞や副詞を含んだ形態素について TF-DF 値を要素としたベクトルを考え、それを特徴量とした SVM による多クラス分類モデルを構築する。TF-DF 値は、特徴語の抽出によく用いられる TF-IDF とは異なり、TF(Term Frequency)と DF(Document Frequency)の積で求められる値である。

(2) 文章構造の決定

既存の童話における全ての文のクラスが求められると、全ての章構造が定まる。各童話において、最初の章と最後の章は他の中間の章とは異なり、物語の導入と締めくくりを表すので章構造の傾向が異なることが予想される。そこで、ここでは各童話の最初の章からランダムで一つを選んで物語生成に用いる文章構造の先頭の章構造とし、同様に各童話の最後の章からランダムで一つ選んで末尾の章構造とし、残りの中間の章構造をいくつか各童話からランダムで選んで文章構造を構成するものとする。

3.2 物語生成手法

物語の生成は、まず初期状態をランダムに生成し、生成された初期状態を元にして文章構造に含まれる文クラスを1つずつ具体化することにより実現される。

まず、場所や登場人物を既存の童話に含まれる概念からランダムに組み合わせて決定し、それらの関係をランダムに決定して初期状態を求める。

次に、前節の手法により求めた文章構造について、順番に章構造を具体化していく。文書において章とは、ある程度まとまった意味を持つ文の列であるので、各章を具体化するにあたって、その章が叙述する内容が飛躍しないように、注目概念を1つ定める。注目概念は人や物などでもよいし場所でもよい。ここではランダムに決定する。注目概念とは、その章の論理構造を定めるにあたり、注目概念と関係を持つ対象についてのみ文や状態変化を生成するためのものである。

注目概念を決定したら、その章における文クラス列を順番に具体化して文を生成する。クラスが現在の状態を説明するクラス  $c_1$  であれば、注目概念と関わりのある論理式をランダムで選び、具体的な文を生成する。ここでは文生成の手法は単純で、例えば  $Place(おじいさん, あるところ)$  が状態に含まれる場合は「あるところにおじいさんがいました」という文を生成するだけである。

論理式は複雑なものではないので、表 1 に示すような述語論理表現と生成文パタンの対応表によりシンプルな文を作成することが出来る。

表 1: 文クラス  $c_1$  における文生成パターン

述語表現	生成文パターン
$Place(A, B)$	B に A がありました。
$Have(A, B)$	A は B を持っていました。
$Made(A, B)$	A は B を作りました。
$With(A, B)$	A は B と一緒にです。

文クラスが状態の変化を意味するクラス  $c_2$  であった場合は、注目概念に関連する論理式について、削除、新規生成、一部変更の変化をランダムに生成し、初期状態に適用する。変化後の状態が論理構造における次の状態となる。このとき、同様に変化を表す文を生成しなくてはならないので、表 2 に示すような状態の変化と生成文パターンをもとに文を生成する。

表 2: 文クラス  $c_2$  における文生成パターン

状態変化	生成文パターン
$Place(A, B)$ の挿入	A が生まれました。
$Place(A, B) \Rightarrow Place(A, C)$	A は C へ行きました。
$Have(A, B) \Rightarrow Have(C, B)$	A は B を C へ手渡しました。
$Have(A, B)$ の削除	A は B を手放しました。

$With(A, B)$ の挿入	A は B と一緒に行くことになりました。
$With(A, B)$ の削除	A は B と別れました。
$Ate(A, B)$ の出現	A は B を食べました。

その他のクラス、会話文を表す文クラス  $c_3, c_4, c_5$  についても同様に述語表現と文生成パタンの対応表を用いることにより文を生成する。

この操作を全ての文クラス、全ての章に行うことにより、童話が生成される。

4. おわりに

物語を構成する地の文を『現在の状態を説明する文』と『状態の変化を説明する文』に大別し、会話文を『過去の状態について述べる文』と『現在の状態を述べる文』と『将来の状態変化について述べる文』に大別し、それをもとに分析した既存の物語構造を用いて童話を生成する手法を提案した。状態の変化を中心に物語内容を決定し、生成する文もその状態について説明する文のみとなるため、実際に人間が創作するような豊かな表現力はなく、無味乾燥とした印象を受ける物語となってしまった。しかし、これまで実現が困難であった物語の意味内容を考慮した生成手法により、展開に矛盾のない物語を生成することができた。先の問題も、現状の提案手法を改良し、出来上がった物語の足りない部分を成形・拡張することにより解決が図れると考えられる。例えば登場人物ごとの信念を考慮した信念論理を導入して論理構造を拡張することにより、各登場人物の立場や感情がある程度表現できると考えられる。

より実用的なアルゴリズムとするには、述語の種類を豊富に用意することや文生成手法の吟味等が必要である。また、物語全体の話の流れを考えて生成しているわけではないので、全体として意図のわからない物語になってしまっている。これらは簡単な問題ではないかもしれないが、今後の課題である。

参考文献

[Barry 05] Williams, R., Barry, B. and Singh, P.: ComicKit: acquiring story scripts using common sense feedback, Proceedings of the 10th international conference on Intelligent user interfaces: 302-304, 2005.

[楠山 83] 楠山 正雄: ねずみの嫁入り, 青空文庫, <http://www.aozora.gr.jp/>

[楠山 83] 楠山 正雄 : 桃太郎, 青空文庫, <http://www.aozora.gr.jp/>

[Liu 04] Liu, H. & Singh, P.: ConceptNet: A Practical Commonsense Reasoning Toolkit. BT Technology Journal, Volume 22. Kluwer Academic Publishers, 2004.

[松原 13] 松原 仁 ほか: コンピュータに星新一のようなショートショートを創作させる試み, 第 27 回人工知能学会全国大会, 2D1-1, 2013.

[大塚 14] 大塚 裕子, 藤倉 仁: 物語生成のためのショートショート作品の文体比較, 第 28 回人工知能学会全国大会, 1C2-OS-14a-2, 2014.