

物語知識と WHAT-IF 機能を用いた物語生成支援システム

八幡望^{†1} 角薫^{†1}

概要: 本稿では、物語知識を共有することで物語を作成する際の支援となるシステムを提案する。本稿における物語知識とは、ユーザの世界観によって異なる IF-THEN の形式に書き起こした情報として定義する。本システムは共有する物語知識についても簡単に蓄積できるインタフェースがあり、途中で物語の変更をすることのできる WHAT-IF 機能がある。WHAT-IF 機能とは、IF-THEN で定義された物語が構築されている時、IF の部分を変更(WHAT-IF)することで物語の展開を複数備え持つ機能のことである。本システムは物語の半生成を行うシステムであり、ユーザは以下のように物語を作成する。1) 既存の物語知識を用いて物語を生成する。2) WHAT-IF 機能を用いて物語を修正する。被験者を用いて本システムの有用性について評価した。

キーワード: 物語生成支援, WHAT-IF 機能, 物語知識

Support System for Story Generation Using Story Knowledge and WHAT-IF Function

NOZOMU YAHATA^{†1} KAORU SUMI^{†1}

Abstract: This thesis describes a system to support story generation by sharing story knowledge. In this paper, story knowledge is defined as information transcribed into IF - THEN format which differs depending on the user's view of the world. This system has an interface that can easily store story knowledge that can be shared with other users. Furthermore, there is a WHAT-IF function that allows you to change the story in the middle of generation. The WHAT-IF function is that having a plurality of story developments by changing the IF part, that is, by making it a WHAT-IF when the story defined by IF-THEN is being constructed. This system is that makes semi generation of a story, and the user generates a story as follows. 1) Generate a story using existing story knowledge. 2) Modify the story using the WHAT-IF function. We evaluated the usefulness of this system using subjects.

Keywords: Support for story generation, WHAT-IF function, Story knowledge

1. はじめに

本稿では物語知識を共有することで物語を作成する際の支援となるシステムを開発した。本研究における物語知識の位置づけについて述べる。物語知識は IF-THEN のルールベースに基づいている。ユーザの世界観によって物語知識は異なると考えている。例えば、「赤ちゃんは舐める」や「刺されたならば腫れる」といった個人の世界観によって様々な知識が考えられる。各知識には優先度(重さ)や場所タグ、人物タグなどの情報を付与している。関連研究として、コンピュータに知識を与えるシステムは代表的なもので Cyc[1]や Open Mind Common Sense(OMCS)[2]などが挙げられる。Cyc は専門家の人が知識を蓄積しているのだが、一

般の人は蓄積することができない。また OMCS は一般の人からも知識を蓄積できるようになったが、日本語の登録が乏しいという点が挙げられる。日本語の物語の文章を生成する上で上記の手法では、柔軟性がなく、文章生成するには難しいと考えられる。そこで本システムでは日本語での物語知識を蓄積する手法をとった。

物語や記事を自動生成する試みでは、Heliograf[3]と呼ばれるリオ五輪の記事を自動生成するシステムが発表された。きまぐれ人工知能プロジェクト[4]では、星新一のショートショート全編を分析しショートショートを創作するシステムの構築を目指している。

ユーザの介入によりインタラクティブに物語を生成する方法[5][6][7][8][9][10][11]がある。インタラクティブに物語を生成する方法を採用したシステムとして Façade[12]が有名である。ここではユーザが介入したインタラクティブなシステムを通して物語が展開される。

本研究のタイトルにもあげている WHAT-IF 機能とは、IF- THEN で定義された物語の IF の部分を変更(WHAT-IF)することで新たな物語が展開できる機能である。WHAT-IF の機能に関連している取り組みについては WHAT-IF

表 1 物語知識の一例

属性	IF	THEN
	森	動物がいる
	転ぶ	怪我をする
	赤ちゃん	舐める
	刺される	腫れる

^{†1} 公立はこだて未来大学
Future University Hakodate

Machine[13]や Scheherazade[14][15]があげられる。WHAT-IF Machine は Web 上で WHAT-IF で展開される知識を習得することを目的として公開し、ストーリーテリングを作るのに求められることとして沢山の知識・架空のアイデア・典型的な知識が求められている。様々な条件を設定することで「もし〜ならばどうなる」といった問いかけやきっかけの自動生成を実現しようとしている試みであるところが本研究と関連している。Scheherazade はインターネット上に質問を投げかけその回答を学び物語に織り込んでいく物語生成システムである。本システムでもクラウドソーシングを利用して物語知識を獲得することを参考にしていく。

以上のことから、知識を用いた物語生成の研究は多く行われているが、ユーザの世界観によって物語知識は異なり、それを互いに共有することでユーザ自身が考えている世界観が広がり、新しい物語が生成できるのではないかと考えた。手法としては、ユーザ自身知識の獲得と瞬時に物語生成へ反映することとユーザの知識と他ユーザの知識を共有する。最終的に物語生成支援システムとして期待する。

2. 物語知識と WHAT-IF 機能を用いた物語生成支援システム

物語知識を共有することで物語を作成する際の支援となるシステムを開発した。

2.1 システム概要

図 1 はシステム概要を記している。はじめにユーザが物語に関する登場人物や場所、オブジェクトの知識を選択してもらう。その知識をもとに物語知識が蓄積されているデータベースを参照し、条件に合った知識や物語知識に適応する。そこから得られた情報を文章構造に組み込むことで文章や物語を生成する。最後に生成された物語をユーザに体験してもらう。以上の流れを複数回、繰り返し行うことでユーザの世界観が作り上げられ、様々なバリエーションの物語ができると考えられる。図 2 は実際のシステム実行画面である。左側の本のインターフェースは実際に生成された物語を文章で出力している。また、ページをめくるとユーザ自身が選んだ知識並びにそれを元に推測された物語知

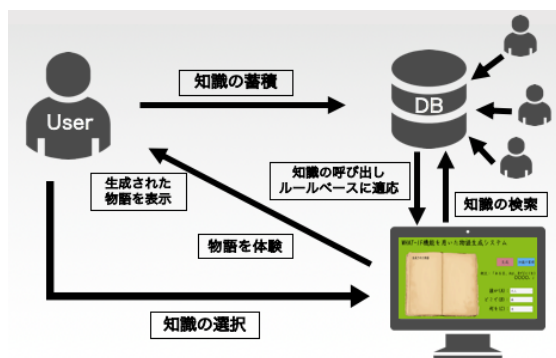


図 1 システム概要

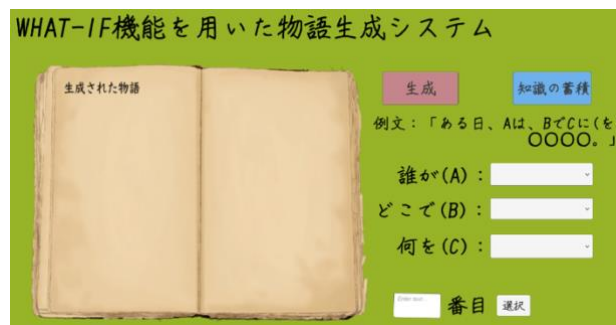


図 2 システム実行画面

識を表示している。右側はユーザが任意で登場人物と場所とオブジェクトを選択することができる。設定し終わった後に上の赤い生成ボタンを押してもらうことで、物語が生成される。またユーザ自身好きな物語知識を蓄積することができ、右上の青いボタンを押してもらうと知識蓄積画面へと遷移する。物語知識は数多く存在し、ユーザが物語知識の一覧を見てもらうことでユーザ自身、今の状況下ではどの物語知識が適しているのか下の空欄に打ち込んでもらうことで、選ばれた物語知識の優先度(重さ)が上昇し、物語生成に組み込まれやすくなる仕組みである。

本システムの構造上、「知識蓄積フェーズ」と「物語生成フェーズ」、「知識選択フェーズ」の3つのフェーズが存在する。

2.1.1 知識蓄積フェーズ

属性に対してそれに伴う物語知識を蓄積することができる。蓄積された知識は即座にデータベースへ蓄積され、物語生成に直ちに反映される。既存の知識とは別に新たに知識が蓄積された場合は優先度(重さ)に初期値 0.0 を与えている。図 3 では IF と THEN のところに蓄積したい知識の内容をユーザに入力してもらう。またその知識がどの場所でもどんな人物に適しているのかというタグも設定してもらう。



図 3 知識蓄積フェーズのシステム画面

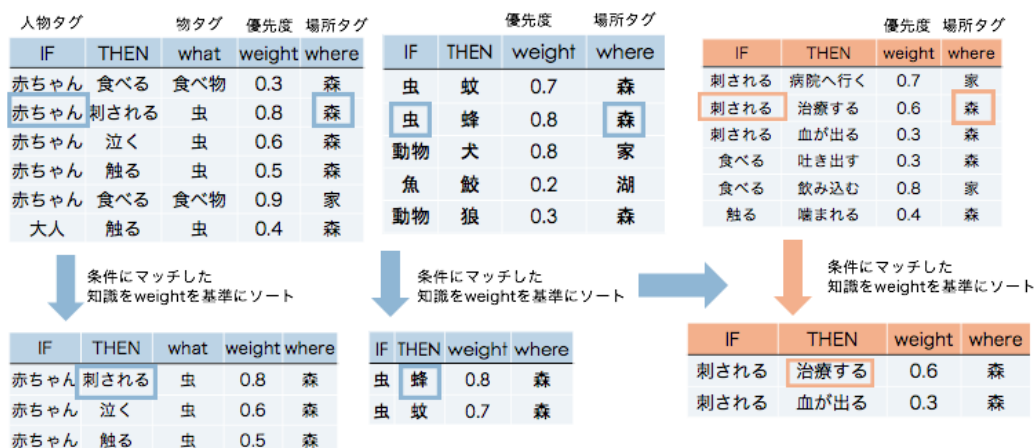


図 4 物語知識が選ばれる具体例

2.1.2 物語生成フェーズ

物語知識が蓄積しているデータベースへアクセスし、文章生成に必要な情報を取り出し、一時的に保存する。現在の状態から、数ある物語知識からどれが1番適しているかを優先度(重さ)、各タグで判断し、物語を展開していく。文章はある程度型のある文章構造に知識を入れ込むことで生成する。文章構造は3W(誰が、どこで、何を)と物語知識を軸としており、この3Wをユーザが変更可能となっている。各知識に優先度(重さ)などの付加情報を与えているので、選ばれた知識の情報を保持しつつ、現在の状態ではどのような物語の展開が一番ふさわしいのかを恣意的ではなく、パソコン側で自動で生成する仕組みを取る。図5は文章構造の一例とその具体例を示したものである。図5のA, B, Cはユーザが選んだ知識を表している。D, E, FはA, B, Cの知識の条件下から推測された物語知識を示している。A, B, Cの条件を変えるだけで異なる物語が生成される。

優先度(重さ)はT. Mellouli [16]の物語知識を参考に0.0から1.0までの幅で設定し、値が高いほどIF-THENの関係は親密であることを指している。各タグとの関係と重さを加味して、文章生成に必要な情報や物語知識を参照する。条件に合致した知識の優先度(重さ)を参照し、降順にソートしたのち上位3件をランダムで1つピックアップし文章生成に反映している。図4は物語知識がどのように選ばれるかを表したものである。始めに人物タグと場所タグ、物タグの条件から合致する知識を推測する。今回の例では赤ちゃんという人物タグと森という場所タグと虫という物タグから下の青色の表の3つが合致している。この3つの知識を優先度(重さ)で降順にソートし、上位3件のうちランダムで1つ選択し取り出している。今回は第一位を取り出している。また同様に真ん中の表はオブジェクトと場所タグの条件から合致した知識を取り出している。これも同様に優先度(重さ)で降順にソートし、上位3件のうちランダムで1つ選択し取り出している。条件に合致した知識をもと

基本的文章構造の一例

「Aは、BでCに(を)D。」
「Aは、EにDされ、F。」

A: Who(誰が)、B: Where(どこで)、C: What(何を)
D: IF-THENの物語知識の"IF"の部分

E、F: 上記の条件から得られた知識とIF-THENの物語知識

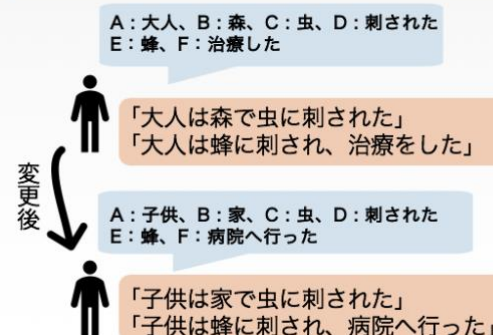


図 5 文章構造の一例

に物語知識を推測する。右の表では青色の枠で囲まれた情報をもとに再び条件を合致させていく。今回は刺されるという情報と場所タグから合致した物語知識を抽出し、上位3件のうちランダムで1つ選択し取り出した。この結果から、「赤ちゃんは森で虫に刺された。赤ちゃんは蜂に刺されたので、治療した。」という物語ができた。文章生成に関しては上記の仕組みで物語知識を抽出し、生成している。

2.1.3 知識選択フェーズ

他の知識を組み合わせたり、ユーザに知識を選んでもらうというユーザの介入ができるWHAT-IF機能の部分を持っている。組み合わせが完了次第、その知識をもとにシステムが再び物語を生成する。変更可能な部分は3Wの部分である。ユーザが選択した知識の条件下でどのような物語知識が推測されたかを表示している。その物語知識をユー

ザが見て、ユーザ自身が現在の条件下ではどの物語知識が適当かを選んでもらうことで優先度(重さ)を 0.05 ずつ付与していき、文章生成に組み込まれる優先度(重さ)を高くしている。

2.2 既存の物語知識

物語を生成する上で、知識の初期状態は何もない状態である。既存の物語からある程度、知識を入れておく必要がある。そこで本稿では既存の物語に対して係り受け解析を行った。係り受け解析とは、文節間の修飾する、修飾される関係を解析することを指す。本稿では主に、主語と述語の関係をピックアップし抽出することとした。抽出方法としては Python から CaboCha を起動し、テキストベースの物語を読み込ませ、解析結果を Excel のファイルに書き出しを行った。例として「白雪姫はとてもおなかがすいて喉が渴いていた。」という文があった場合、このままでは喉が渴いているのは誰なのか判断できない。ここで係り受け解析を行うことで「白雪姫はお腹がすいた」、「白雪姫は喉が渴いた」という物語知識を抽出することができる。CaboCha とは、SVM(Support Vector Machines) に基づく日本語係り受け解析器のことを指す。抽出した物語知識は本システムの知識蓄積フェーズと同様の作業を行い、蓄積を手動で行った。これを利用し、簡単に物語知識を蓄積することができる。しかし、解析の都合上、会話文では解析が少し困難になるため、なるべく会話文の少ないグリム童話から「白雪姫」と「シンデレラ」を抜粋した。理由としては2作品は登場人物が似ており、データベースへの反映が容易であったためである。また、1つの物語あたり、約 1500 個の知識を抽出できたが、物語生成に使えるような知識を抜粋している。主に登場人物の行動やオブジェクトなどの知識を約 80 個程度蓄積した。

2.3 物語生成例

現在、登場人物と場所、オブジェクトの3つをユーザが任意で変更することが可能である。登場人物の属性は主に大人、子供、赤ちゃんの3つを用意している。場所は家と森の2つ、オブジェクトは特に定めていない。例として、登場人物を赤ちゃん、場所を森、オブジェクトを虫を固定とした。下の図6は上記の条件下で、どのように生成された物語が変化しているかを一覧で表示したものである。初めは、左上のような物語の展開であり、右上の物語知識が一覧で表示されているが、複数回、生成と優先度の選択を行ってもらうことで生成される物語が変化していき、最終的には1回目に生成された物語の展開はなかなか生成されなくなった。同時に物語知識も初めは「刺されたら倒れる」、「刺されたら治療する」、「刺されたら叫ぶ」が上位3件にきていたが、複数回生成を行った後では、「刺されたら腫れる」、「刺されたら倒れる」、「刺されたら血が出る」が上位3件にきている。つまり、そのユーザの世界観が作り上げられているということが分かる。

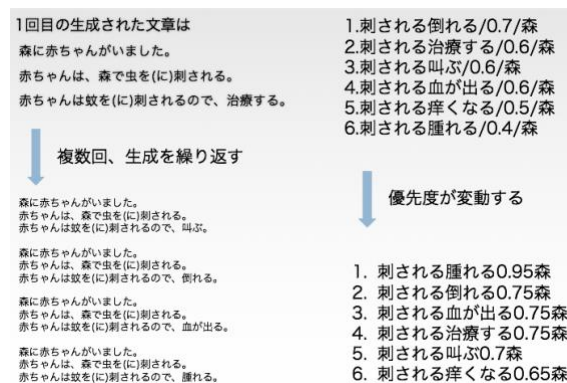


図 6 物語生成例

3. 実験

本実験の目的は、本システムが物語生成支援システムとして有用性があるのか、本システムの各機能についての有用性について検証を行った。被験者20代の16名を対象に、本システムを使う群8名(以下A群(システム使用))と本システムを使わない群8名(以下B群(システム不使用))に分け、実験を行った。実験の流れは以下の通りである。

- A群(システム使用)(システム使用)の実験の流れ
 1. 事前テストの実施
 2. 本システムの操作説明と実際に本システムを利用して物語を生成
 3. 事後テストの実施
 4. アンケートの実施
- B群(システム不使用)(システム不使用)実験の流れ
 1. 事前テストの実施
 2. 性格診断テストの実施
 3. 事後テストの実施
 4. アンケートの実施

事前テストと事後テストの内容は同じであり、A群(システム使用)とB群(システム不使用)の両方とも同じテストを行った。事前、事後テストの内容はお題が与えられ、そのお題で物語を創作してもらった。お題に関しては本システムが登場人物、場所、物の3つの項目が存在し、具体的には登場人物は「大人」、「赤ちゃん」、「シンデレラ」、「白雪姫」の計4種類、場所は「家」、「森」の計2種類、物は「りんご」、「飴」、「きのこ」、「ご飯」、「蜂」、「蚊」、「ゴキブリ」の計7種類のみを対象としているため、被験者にも上記のお題のみを使って物語を創作するように教授した。また制約として、1つの物語を創作するにあたってそれぞれの項目から1つずつ選ぶことと、物語は例文のような文章構造

表 2 アンケート内容(A 群(システム使用))

アンケート項目
1. 本システムは使いやすかったですか(理由を含む)
2. 知識を選択する機能はわかりやすかったですか(理由を含む)
3. 生成された文章は意味の通るものでしたか(理由を含む)
4. 手軽に文章が生成できましたか(理由を含む)
5. システムを使う前と比べて、容易に物語を創作できましたか(理由を含む)
6. もう一度システムを使って物語を生成したいですか(理由を含む)
7. 別のお題で物語を生成してみたいですか(理由を含む)
8. システムのインターフェースはわかりやすかったですか(理由を含む)
9. 普段、物語を作りますか(理由を含む)
10. 本システムにおいて何か意見、感想がありましたら記入してください

表 3 アンケート内容(B 群(システム不使用))

アンケート項目
1. 普段、物語を作りますか(理由も含む)
2. 物語を作るのは大変でしたか(理由も含む)
3. どのような補助があると物語を容易に創作できると思いますか
4. 本実験において何か意見、感想がありましたら記入してください

で書いてくださいと教授した。最後に自由に好きなだけ物語を書いても構いませんと教授し、実験を開始した。事前テスト、システムを利用したの物語生成、事後テスト、性格診断テストは全て3分間時間を計った。B 群(システム不使用)はシステムを使わない代わりに、なるべく被験者に知識を与えないような性格診断テストを行ってもらった。アンケート内容に関しては A 群(システム使用)は表 2、B 群(システム不使用)は表 3 に記している。と A 群(システム使用)は1人当たり約25分程度、B 群(システム不使用)は1人当たり約15分ほど時間を要した。

4. 結果

図 7, 8, 9, 10 は A 群(システム使用)と B 群(システム不使用)、両方の事前、事後テストで生成された物語を第3者の目線から物語の面白さと自然さについて1が非常にそう思わない、5が非常にそう思うの5段階で評価してもらい、結果をまとめたグラフである。本実験に参加していない3人の人に事前、事後テストで生成された物語を見せ、評価した点数を平均化した。表 4 は A 群(システム使用)の実験終了後のアンケート結果をスコア化したものとなっている。表 5 は B 群(システム不使用)の実験終了後のアンケート結果をスコア化したものとなっている。スコアの計算はそれぞれの評価規準に人数をかけたものの合計を5で割った値がスコアになる。つまり、平均スコアは $(3 \times 8) / 8$ となり、3.0 となる。3.0 以上のスコアになれば4以上を選んだ人が多く、3.0 以下のスコアになると、2以下を選んだ人が多いことになる。このスコアは A 群(システム使用)、B 群(システム不使用)共通である。表 6, 7 は各群で事前、事後テストで生成された物語の個数を記している。

図 7, 8 の A 群(システム使用)の結果を述べる。物語の自

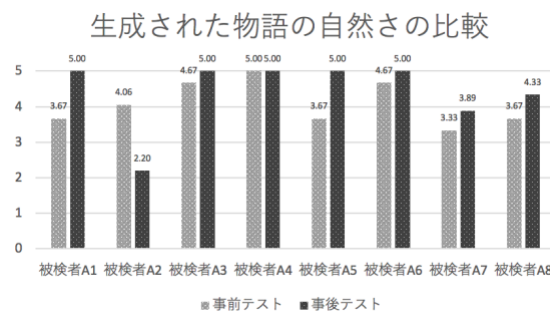


図 7 A 群(システム使用)の事前、事後テストで生成された物語の自然さについての評価平均

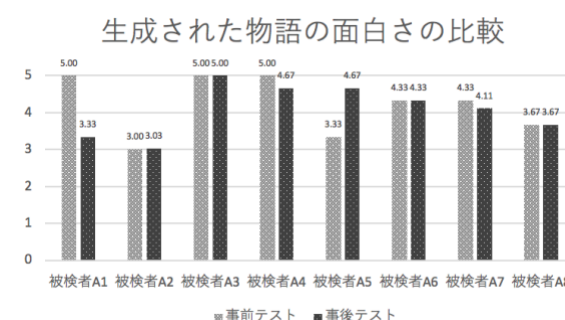


図 8 A 群(システム使用)の事前、事後テストで生成された物語の面白さについての評価平均

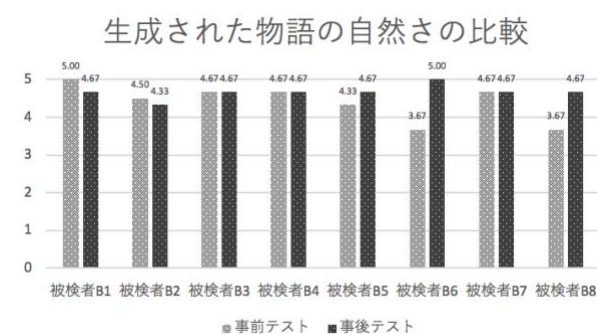


図 9 B 群(システム不使用)の事前、事後テストで生成された物語の自然さについての評価平均

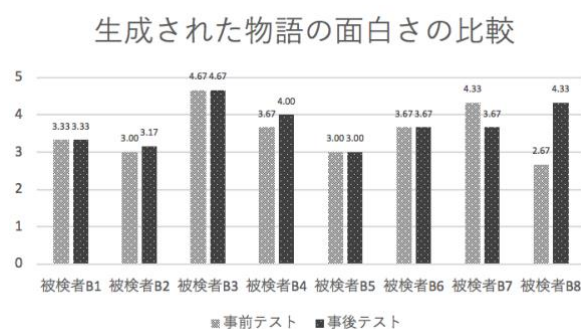


図 10 B 群(システム不使用)の事前、事後テストで生成された物語の面白さについての評価平均

然さに関しては、システムを使う前と使った後で、少しだが物語の自然さが改善している傾向がある。物語の面白さに関しては被験者にばらつきはあるが、多少増加している場合があった。次に図 9, 10 から B 群(システム不使用)の結果を述べる。物語の自然さについてだが、あまり変化が見られなかった。物語の面白さに関してもあまり変化が見られなかった。

表 4 アンケート結果(A 群(システム使用))

アンケート項目	
1. 本システムは使いやすかったですか	4.25
2. 知識を選択する機能はわかりやすかったですか	4.38
3. 生成された文章は意味の通るものでしたか	3.38
4. 手軽に文章が生成できましたか	4.50
5. システムを使う前と比べて、容易に物語を創作できましたか	4.50
6. もう一度システムを使って物語を生成したいですか	3.88
7. 別のお題で物語を生成してみたいですか	4.25
8. システムのインタフェースはわかりやすかったですか	4.00
9. 普段、物語を作りますか	1.50

表 5 アンケート結果(B 群(システム不使用))

アンケート項目	
1. 普段、物語を作りますか	2.13
2. 物語を作るのは大変でしたか	3.38

表 6 生成された物語の個数
(A 群(システム使用))

	事前テスト	事後テスト
被験者A1	1	1
被験者A2	6	10
被験者A3	1	2
被験者A4	1	3
被験者A5	1	1
被験者A6	1	1
被験者A7	1	1
被験者A8	1	2 (個)

表 7 生成された物語の個数
(B 群(システム不使用))

	事前テスト	事後テスト
被験者B1	1	1
被験者B2	2	2
被験者B3	1	1
被験者B4	1	1
被験者B5	1	2
被験者B6	1	1
被験者B7	1	1
被験者B8	1	1 (個)

次に表 4 の結果を述べる。質問内容は全部で 10 個ある。問 1 の「本システムは使いやすかったですか」という問いでは 7 人がそう思うと答えた。問 2 の「知識を選択する機能はわかりやすかったですか」という問いでは 8 人全員がそう思うと答えた。問 3 の「生成された文章は意味の通るものでしたか」という問いでは 3 人がそう思うと答え、2 人がそう思わないと答えた。問 4 の「手軽に文章が生成できましたか」という問いでは 8 人全員がそう思うと答えた。問 5 の「システムを使う前と比べて、容易に物語を創作できましたか」という問いでは 7 人がそう思うと答えた。問 6 の「もう一度システムを使って物語を生成したいですか」という問いでは 6 人がそう思うと答え、2 人がそう思わないと答えた。問 7 の「別のお題で物語を生成してみたいですか」という問いでは 6 人がそう思うと答え、1 人がそう思わないと答えた。問 8 の「システムのインタフェースはわかりやすかったですか」という問いでは 6 人がそう思うと答えた。問 9 の「普段、物語を作りますか」という問いでは 1 人がそう思うと答え、7 人がそう思わないと答えた。

次に表 5 の結果を述べる。質問内容は全部で 2 つある。問 1 の「普段、物語を作りますか」という問いでは 1 人がそう思うと答え、7 人がそう思わないと答えた。問 2 の「物語を作るのは大変でしたか」という問いでは 4 人がそう思うと答え、3 人がそう思わないと答えた。

5. 考察

はじめに事前、事後テストで生成された物語の比較について述べる。A 群(システム使用)の生成された物語の自然さについての評価平均から本システムを使ってもらうことで物語の自然さの向上が見られたと考えられる。おそらく本システムを利用してもらうことで文章構造と意味が通るような物語を創作を意識させることができたのではないと思われる。一方で、A 群(システム使用)の生成された物語の面白さについての評価平均から、そこまで著しく向上しているわけではない。これは与えられたお題の限定が原因だと考えられる。選べる項目が少なかつたため、物語の展開が限られ、面白い物語を創作できなかったのではないと思われる。アンケートにおいても問 7 の理由として、選択肢を増やして欲しい、少ししか選択肢がなかったなどが挙げられた。これは現状のシステムではまだ物語知識が足りなく、様々なバリエーションの物語を満足に展開できていない。そのため、物語知識を蓄積する機能があるので、今後物語知識を増やす必要がある。B 群(システム不使用)の生成された物語の面白さと自然さについての評価平均から双方とも事前テストと、事後テストであまり変化が見られなかった。また表 6, 7 から A 群(システム使用)では事後テストの方が生成している物語の個数は増えている被験者が多いが、B 群(システム不使用)では 1 人しか増えていない。これは物語を作る上で何かしらの刺激や支援がないと

容易に物語を創作できないことがわかる。最後に生成された物語を A 群(システム使用), B 群(システム不使用)それぞれ見比べた際に, A 群(システム使用)は事後テストの方で本システムで推薦された物語知識を用いていることが多いのがわかった。また A 群(システム使用)に比べ B 群(システム不使用)の方が悩んでいる時間が多かった。以上の結果から, 目的に掲げていた本システムの有用性は示せたのではないかと考える。

次にアンケートについて述べる。問 1 では約 80%近くが本システムが使いやすいと答えた。また問 2 においても 100%の人が知識を選択する機能がわかりやすいと答えた。さらに問 8 でも 75%の人が本システムのインタフェースがわかりやすいと回答した。理由としては, マウス操作だけで物語が生成できる, クリックするところがわかりやすい, シンプルで見やすいなどが挙げられた。その反面, 本のインタフェースにおいて, ページをめくるのが難しいという理由も挙げられた。ユーザが一目で何ができるのか直感でわかるようなインタフェースを作る必要があると感じた。問 3 では生成された文章が意味の通るものであるかという問いに対して回答にばらつきが見られた。これは物語知識の検索時に上位 3 件からランダムで 1 つ取り出しているため, そこで意味の通らない文章が生成される可能性がある。そのようなことが起きないように工夫を凝らす必要がある。例えば, 優先度を極端に低くするなどが考えられる。問 6 では約 75%の人がまた本システムを利用したい回答した。なんども生成してもらう以上に簡単な操作でシステムを使うモチベーションを保てるような仕組みも考える必要があると感じた。

6. 結言

本稿では物語知識を共有することで物語を作成する際の支援となるシステムを開発した。本実験ではシステムを使って物語を生成する群と使わないで物語を生成する群に分け, 本システムが物語生成支援システムとして有用性があるのか, 本システムの各機能についての有用性について検証を行った。結果, 本システムを利用してもらった A 群(システム使用)は生成された物語を比較した際に面白さ, 自然さという観点から向上が見られた。一方でシステムを使わなかった B 群(システム不使用)は面白さ, 自然さという観点では目立った変化はなかった。今後は物語知識の量を増やし, 様々なバリエーションの物語ができるようにすると, 本システムのインターフェースの改善を行う予定である。

参考文献

- [1] N. Tandon, G. De Melo, and G. Weikum, 'Acquiring Comparative Commonsense Knowledge from the Web.', in *AAAI*, 2014, pp. 166–172.
- [2] P. Singh, T. Lin, E. T. Mueller, G. Lim, T. Perkins, and W. L. Zhu, 'Open Mind Common Sense: Knowledge acquisition from the general public', in *OTM Confederated International Conferences" On the Move to Meaningful Internet Systems"*, 2002, pp. 1223–1237.
- [3] A. Johri, E.-H. S. Han, and D. Mehta, 'Domain Specific Newsbots', *CJ2016*, 2016.
- [4] Hitoshi M, Satoshi S, Mina A, Kaoru S, Kazushi M, Hideyuki N, Hideaki S, Hajime M and Yuko O: An attempt at automatic composition of Shin'ichi Hoshi-like short short stories, In: The 27th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence (2013)
- [5] M. Mateas and A. Stern, "Procedural authorship: A case-study of the interactive drama *Facade*," in *Digital Arts and Culture (DAC)*, 2005.
- [6] N. Szilas, "Idtension: A narrative engine for interactive drama." 2003, [12.05.2003] [18.08.2004]
- [7] Z. Tomaszewski, "On the use of reincorporation in interactive drama," in *Intelligent Narrative Technologies IV. Papers from the 2011 AIIDE Workshop*, 2011, pp. 84–91. <http://aaai.org/ocs/index.php/AIIDE/AIIDE11WS/paper/download/4106/4465>
- [8] J. McCoy, M. Treanor, B. Samuel, B. Tarse, M. Mateas, and N. Wardrip-Fruin, "Authoring game-based interactive narrative using social games and *comme il faut*," in *Proceedings of the 4th International Conference & Festival of the Electronic Literature Organization: Archive & Innovate (ELO 2010)*, Providence, Rhode Island, USA, June 2010.
- [9] R. Evans and E. Short, "Versu- a simulationist storytelling system," *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, vol. 6, no. 2, pp. 113–130, June 2014.
- [10] S. Baceviciute, K. R. Rutzu Albæk, A. Arsovski, and L. E. Bruni, "Digital interactive narrative tools for facilitating communication with children" during counseling: A case for audiology," in *Proceedings of the 5th International Conference on Interactive Storytelling*, ser. ICIDS'12. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2012, pp. 48–59. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-34851-8_5
- [11] A. Zook, S. Lee-Urban, M. O. Riedl, H. K. Holden, R. A. Sottolare, and K. W. Brawner, "Automated scenario generation: toward tailored and optimized military training in virtual environments," in *Proceedings of the International Conference on the Foundations of Digital Games*, ser. FDG '12. New York, NY, USA: ACM, 2012, pp. 164–171. <http://doi.acm.org/10.1145/2282338.2282371>
- [12] M. Mateas and A. Stern, 'Facade: An experiment in building a fully-realized interactive drama', in *Game developers conference*, 2003, vol. 2.
- [13] WIRED, COMPUTATIONAL CREATIVITY AND THE WHAT-IF MACHINE. <https://www.wired.com/2015/01/computational-creativity-machine/>, last accessed 2018/1/12
- [14] Simon Parkin, "作品" も誌上公開! 人工知能はすでに「物語」を書き始めている, *COURRIER Japon* February 2016, pp.94-99
- [15] Boyang Li, Mark O. Riedl, Scheherazade : Crowd-Powered Interactive Narrative Generation, The 29th AAAI Conference on Artificial Intelligence, Austin, Texas (2015)
- [16] T. Mellouli, 'Complex Certainty Factors for Rule Based Systems – Detecting Inconsistent Argumentations', p. 22.