

物語内容におけるストーリーライン生成機構の試作の実装

Implementing a Prototyping System of Story Lines Generation in Story

小野 淳平*¹
ONO Junpei

花田 健自*²
HANATA Kenji

小方 孝*³
OGATA Takashi

*¹ 岩手県立大学大学院
Graduate School of Iwate Prefectural University

*² ゴーイング・ドットコム
Going.com

*³ 岩手県立大学
Iwate Prefectural University

The goal of this paper is a prototyping system development for the mechanism of story line generation from a story world as a part of our narrative generation system. Story world is a set of states of characters and a story line means a sequence of events that combine a state and another state. In the prototyping system, story line generation mechanism makes many events sequences from a story world using state-event transformation knowledge base and concepts ontology for verb concepts and noun concepts which are used in the representation of narrative events and states. We show the result of experimental generation by the system and consider on the problems.

1. まえがき—先行研究と本研究の位置付け—

1960年代から人工知能や認知科学の分野で行われている物語生成の研究は、最近では創造活動支援の観点から検討されたり[堀 2007], インタラクティブフィクションの主幹機能として研究されたり[Montfort 2006]している。

筆者らの物語生成システムの研究は、文学理論の知識を取り入れ、大きな枠組みとして、物語内容、物語言説、物語表現の三段で構成される。物語内容生成の機構をストーリー世界生成機構及びストーリーライン生成機構に分割する案は[中嶋 2008, 2009]によって提案された(さらに、ストーリーラインの階層的構成の機構が付加される)。ストーリーラインは物語において生じた事象の系列を意味するが、そこに顕在化される情報に関連した情報の総体をストーリー世界と呼ぶ。例えば、ストーリーラインがある特定の登場人物の行動を追い掛ける形で構成されるとすれば、そこに現われるがストーリーラインに含まれないその他の登場人物の行動を含む総体をストーリー世界とする。本稿では、ストーリー世界からストーリーラインを生成するシステムについて述べる。このシステムは、ストーリー世界生成機構[小野寺 2010]と連携する。中嶋のシステムでは、出力形式が xml 形式であったがここでは Common Lisp 形式とした。その他、物語の事象を記述する概念表現形式を物語生成システムのその他の機構と共通化し、動詞的概念や名詞的概念を含む概念オントロジーの機構との連携を図るなど、複数の発展を図り、プログラムは全面的に書き換えている。

ストーリー世界とはある時間と場所における登場人物の状態の集合であり、ストーリーラインとは何らかのある状態から別の状態への移行を媒介する事象の生起時間順の並びである。事象には行為者を伴う行為と伴わない自然現象がある。

図 1 にストーリー世界とストーリーラインの関係を示す。ストーリー世界の状態の変化が、ストーリーラインの事象に対応している。例えば、time1 で「猟師が餅を持っている」という状態が、time2 ではなくなっている(所持していない)。餅を所持しなくなる原因になる事象として、ここでは「猟師が餅を食べる」が対応付けられている。しかし状態どうしを連鎖させる事象はひとつとは限らず、例えば上記の餅を所持しなくなるという変化は、「猟

師が餅を捨てる」という事象によっても実現することができる。

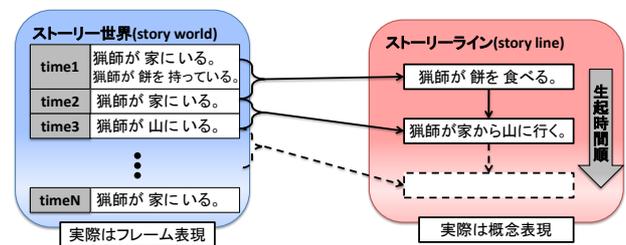


図 1 ストーリー世界とストーリーラインの関係

2. システムの構成と処理手順

2.1 システム構成

図 2 にストーリーライン生成機構の構成と処理の流れを示す。システムは、5 つのサブシステムと、そこで使用される状態-事象変換知識ベース、動詞概念オントロジー、名詞概念オントロジーによって構成される。

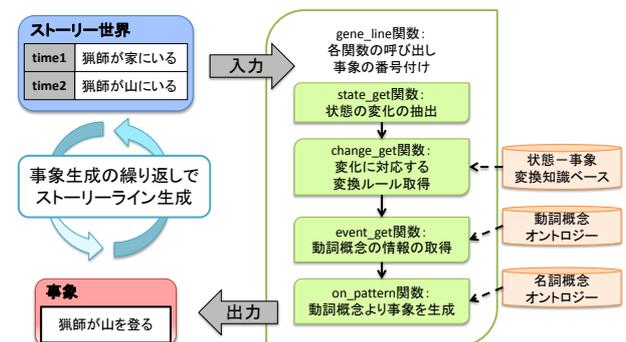


図 2 システムの構成と事象生成の手順

2.2 処理手順

システムはまず、(1)ストーリー世界を入力とし、状態の変化の抽出を行う。次に、(2)状態-事象変換知識ベースを参照し、変化に対応する変換ルールを取得する。そして(3)その変換ルールを用いて、動詞概念オントロジーを参照し、対応する動詞概念を取得し、さらに名詞概念オントロジーを利用して、事象を生

成する。この一連の流れを、処理すべき時間の範囲だけ繰り返す。

2.3 状態-事象変換知識ベース

これは、状態変化の分類とその分類に対応する変換ルールで構成される。状態変化の分類は、ストーリー世界における時間、場所、人、物の状態の値が、どのように変化するかによって行う。変換ルールとは、状態変化と動詞概念を対応づけるものであり、変化内容、前提条件、動詞群で構成される。変化内容とは状態変化の種別であり、前提条件とは特定の変換ルールを適用する上での前提となる状態である。動詞群とは、状態変化の分類の中に含まれる複数の動詞概念をグループ化したものである。状態-事象変換知識ベースは、[小野寺 2010]におけるストーリー世界生成機構と共通のものを使用している。ストーリー世界生成における使用は、ストーリーライン生成における使用とは逆に、動詞概念に基づく事象から状態の記述を生成する。現在、8種類の状態変化(場所変化、所持変化、新規、消滅、体力変化、外見変化、位置変化、復活)を定め、75種(91語)の動詞概念をいずれかの範疇に対応づけている。また27のルールを実装している。図3に状態-事象変換の具体例を示す。状態の変化(変化前と変化後との差異)に基づいて、変化内容と前提条件とを確認して、一致した場合、動詞群より動詞をひとつ選択し、要求される格要素を含んだ事象を作り出す。格要素の選択は次に述べる概念オントロジーを参照して行う。実際の記述形式は図4のようになっている。



図3 状態-事象変換ルールの例

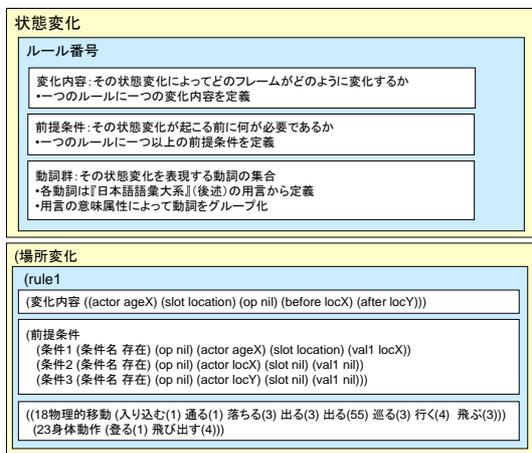


図4 状態-事象変換知識ベースの構成内容と記述形式

2.4 概念オントロジー

名詞概念オントロジーと動詞概念オントロジーを、『日本語語彙大系』[池原 2009]を参考に、Common Lispで構築中である。その全体構成を図5に示す。『日本語語彙大系』には、約30万の日本語語彙の単語が含まれ、一般名詞、固有名詞、用言が約3,000の意味属性によって体系化されている。システムは、動詞概念オントロジーにおける格フレーム型及び制約条件を、また名詞概念オントロジーにおける名詞概念の体系を利用して、事象生成を行う。図6は状態-事象変換知識ベースで選択された動詞に対応した格フレーム型と制約条件を示している。格フ

レーム型とは、『日本語語彙大系』における文型パターンを参考にして、個々の動詞概念の格を定義したもので、またそれぞれの格の値は制約条件を持っている。図7にその一例を示す。制約条件とは、格フレーム型のそれぞれの格にどのような名詞概念を当て嵌める事が出来るかを定義したものであり、名詞概念オントロジーにおける特定のクラスに対応する。

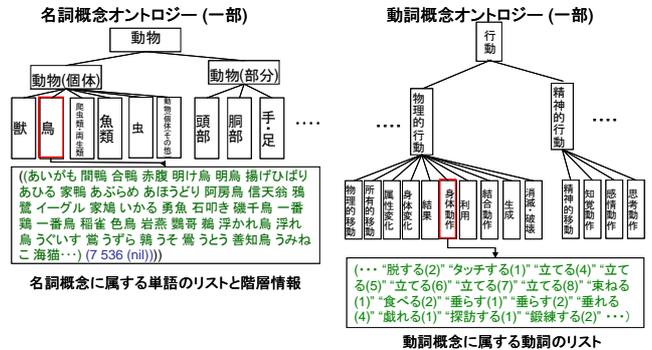


図5 概念オントロジーの全体構成

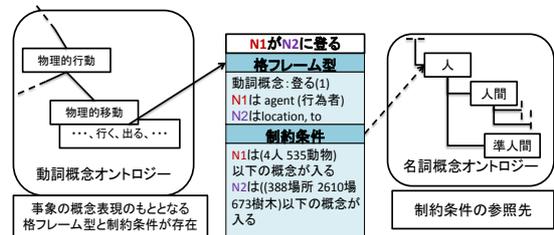


図6 動詞概念および名詞概念のオントロジー例

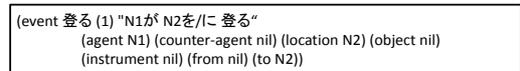


図7 格フレーム型の例

3. 実装と実行例

システムは、Common Lispを用いて実装した。また、状態-事象変換知識ベースと概念オントロジーも同様に、Common Lispのリスト形式による記述を行っている。以下、実装した試作による実際の入力と出力の実例を示す。

3.1 入力=ストーリー世界

遠野物語[柳田 1955]の第28話の一部を要約したストーリーを手作業で作成し、それをもとにストーリー世界生成機構[小野寺 2010]を通してストーリー世界を生成し、その出力に対して手作業で修正を加えたものを入力とした。ストーリーの概略は、『ある獵師が山の仮小屋で餅を焼いて食べようとしていると、怪しげな坊主がやって来たので、獵師が機転を利かして、その坊主を追い払う』というものである。図8は題材とした話の原文であり(「ある日の部分」と「次の日の部分」のみを対象とする)、図9は入力としたストーリー世界である。ストーリー世界の時間(time)の数は16であり、場所の数は「家#1(山の仮小屋のこと)」と「山#1」の2つ、人は獵師#1と坊主#1の二人、物の数は餅#1と餅#2、石#1の3種となっている。図10は、このストーリー世界に基づく実際の出力例(多数出力される異なる結果の中の一例)であり、図11は理解の便宜のためにこれを自然言語で表記し、表にしたものである。

始めて早池峰に山路をつけたるは、附馬牛村の何某といふ獵師にて、時は遠野南部家入部の後のことなり。その頃までは土地の者一人としてこの山には入りたる者なかりしなり。この獵師半分ばかり道を開きて、山の半腹に仮小屋を作りてをりし頃、ある日炉の上に餅を並べ焼きながら食ひをりしに、小屋の外を通る者ありてしきりに中を窺ふさまなり。よく見れば大なる坊主なり。やがて小屋の中に入り来たり、さも珍しげに餅の焼くるのを見てありしが、つひにこらへかねて手をさし延べて取りて喰ふ。獵師も恐ろしければ自らもまた取りて与へしに、嬉しげになほ喰ひたり。餅皆になりたれば帰りぬ。次の日もまた来るならんと思ひ、餅によく似たる白き石を二つ三つ、餅にまじへて炉の上に載せ置きしに焼けて火のやうになれり。案のごとくその坊主けふも来て、餅を取りて喰ふこと昨日のごとし。餅尽きて後その白石をも同じやうに口に入れたりしが、大いに驚きて小屋を飛び出し姿見えずなれり。後に谷底にてこの坊主の死してあるを見たりといへり。

図 8 題材とした遠野物語の 28 の原文

ある日	loc1:家#1		loc2:山#1	
	agent	object	agent	object
time1	((id age1) (名前 獵師 #1) ((所持 obj1) (体力 100) (性別 男))	((id obj1) (名称 餅#1) (体力 100) ((id obj2) (名称 石#1) (体力 100))	((id age2) (名前 坊主#1) ((所持 nil) (体力 100) (性別 男))	
time2	((id age1) (名前 獵師 #1) ((所持 nil) (体力 100) (性別 男))	((id obj1) (名称 餅#1) (体力 100) ((id obj2) (名称 石#1) (体力 100))	((id age2) (名前 坊主#1) ((所持 nil) (体力 100) (性別 男))	
time3	((id age1) (名前 獵師 #1) ((所持 nil) (体力 100) (性別 男))	((id age2) (名前 坊主 #1) ((所持 nil) (体力 100) (性別 男))	((id obj1) (名称 餅#1) (体力 100) ((id obj2) (名称 石#1) (体力 100))	((id obj3) (名称 餅#1) (体力 100))

図 9 入力となるストーリー世界 (一部)

(event 投げる (2) (type action) (ID 1) (time (time1 time2)) (agent 獵師#1) (counter-agent nil) (location 家#1) (object 餅#1) (instrument nil) (from nil) (to nil))
 (event 入り込む (1) (type action) (ID 2) (time (time2 time3)) (agent 坊主#1) (counter-agent nil) (location nil) (object nil) (instrument nil) (from 山#1) (to 家#1))
 (event 取る (40) (type action) (ID 3) (time (time3 time4)) (agent 坊主#1) (counter-agent nil) (location 家#1) (object 餅#1) (instrument nil) (from nil) (to nil))
 (event 投げる (2) (type action) (ID 4) (time (time4 time5)) (agent 坊主#1) (counter-agent nil) (location 家#1) (object 餅#1) (instrument nil) (from nil) (to nil))
 (event 取る (40) (type action) (ID 5) (time (time4 time5)) (agent 獵師#1) (counter-agent nil) (location 家#1) (object 餅#2) (instrument nil) (from nil) (to nil))
 (event 投げる (2) (type action) (ID 6) (time (time5 time6)) (agent 獵師#1) (counter-agent nil) (location 家#1) (object 餅#2) (instrument nil) (from nil) (to nil))
 (event 取る (40) (type action) (ID 7) (time (time5 time6)) (agent 坊主#1) (counter-agent nil) (location 家#1) (object 餅#2) (instrument nil) (from nil) (to nil))
 (event 食べる (2) (type action) (ID 8) (time (time6 time7)) (agent 坊主#1) (counter-agent nil) (location 家#1) (object 餅#2) (instrument nil) (from nil) (to nil))
 (event 出る (3) (type action) (ID 9) (time (time7 time8)) (agent 坊主#1) (counter-agent nil) (location nil) (object nil) (instrument nil) (from 家#1) (to 山#1))
 (event 入り込む (1) (type action) (ID 10) (time (time8 time9)) (agent 坊主#1) (counter-agent nil) (location nil) (object nil) (instrument nil) (from 山#1) (to 家#1))
 (event 取る (40) (type action) (ID 11) (time (time9 time10)) (agent 坊主#1) (counter-agent nil) (location 家#1) (object 餅#1) (instrument nil) (from nil) (to nil))
 (event 食べる (2) (type action) (ID 12) (time (time10 time11)) (agent 坊主#1) (counter-agent nil) (location 家#1) (object 餅#1) (instrument nil) (from nil) (to nil))
 (event 取る (40) (type action) (ID 13) (time (time11 time12)) (agent 坊主#1) (counter-agent nil) (location 家#1) (object 石#1) (instrument nil) (from nil) (to nil))
 (event 投げる (2) (type action) (ID 15) (time (time13 time14)) (agent 坊主#1) (counter-agent nil) (location 家#1) (object 石#1) (instrument nil) (from nil) (to nil))
 (event 出る (3) (type action) (ID 16) (time (time14 time15)) (agent 坊主#1) (counter-agent nil) (location nil) (object nil) (instrument nil) (from 家#1) (to 山#1))
 (event 死ぬ (2) (type action) (ID 17) (time (time15 time16)) (agent 坊主#1) (counter-agent nil) (location 山#1) (object nil) (instrument 紛争) (from nil) (to nil))

図 10 実際の出力例

	loc1:家#1	loc2:山#1
time1-2	獵師#1が餅#1を投げる	
time2-3		坊主#1が家#1に入り込む
time3-4	坊主#1が餅#1を取る	
time4-5	坊主#1が餅#1を投げる 獵師#1が餅#2を取る	
time5-6	獵師#1が餅#2を投げる 坊主#1が餅#2を取る	
time6-7	坊主#1が餅#2を食べる	
time7-8	坊主#1が山#1へ出る	
time8-9		坊主#1が家#1に入り込む
time9-10	坊主#1が餅#1を取る	
time10-11	坊主#1が餅#1を食べる	
time11-12	坊主#1が石#1を取る	
time12-13	坊主#1が石#1を傷付ける	
time13-14	坊主#1が石#1を投げる	
time14-15	坊主#1が山#1へ出る	
time15-16		坊主#1が紛争で死ぬ

図 11 出力例(図 10 を自然言語に手作業で直したもの)

4. 考察

4.1 問題点と課題

複数の生成結果の検査から得られた問題点を以下に掲げる。

まず、山#1 から家#1 への移動の際「登る」という動詞が使用されてしまった(「坊主#1 が家#1 を登る」, (event 登る (1) (type action) (ID 2) (time (time2 time3)) (agent 坊主#1) (counter-agent nil) (location 山#1) (object nil) (instrument nil) (from nil) (to 家#1))). これは、場所移動の概念として「登る」が存在するが、その具体的な実現形態が定義されていないためである。

また、「死ぬ」という現象の原因に当たる「〜で」の部分に不適合な概念が現れるという問題がある(上の例ではたまたま「紛争で」となっており、話の筋の中ではおかしいが、論理的にはおかしくない)。これは動詞概念の格要素に対する制約の不備による。

最初の問題も結局それと同じ原因による。このように現状での多くの問題は動詞概念が必要とする事象の構成要素に挿入される概念の選択や定義の不備に基づくものであり、広い意味で概念オントロジーの構成に関連する問題であると言える。

また、事象どうしの結束性において不完全なものが多数見られる。そのひとつの原因は状態-事象変換知識ベースの作成における不備であるが、もうひとつの原因は本システムがストーリーにおける構造的な要因を全く見ていないことである。筆者らによる他の研究([小方 1996][小方 2007]等)は、逆に物語における構造や大局的な結束性の問題を扱っており、今後はそれとの融合が目標となる。本研究は比較的、微視的な登場人物の行為の水準に焦点を当てた研究であり、上記のような比較的巨視的な対象に照準した研究との融合が求められる。

4.2 ストーリーラインの選択的生成に向けて

上述のように、与えられたストーリー世界からストーリーラインの全体を作り出すことが可能であるが、そこから何らかの基準によって部分的なストーリーラインを作ることも出来る。例えば、図 12 は坊主#1 のみが出現するストーリーラインである。図 12 から図 16 に、いくつかの選択的生成の例を示す。このうち、図 14 と図 15 は間歇的な time を結ぶ事象列を生成した例である。

	loc1:家#1	loc2:山#1
time1-2		
time2-3		坊主#1が家#1に入り込む
time3-4	坊主#1が餅#1を取る	
time4-5	坊主#1が餅#1を投げる	
time5-6	坊主#1が餅#2を取る	
time6-7	坊主#1が餅#2を食べる	
time7-8	坊主#1が山#1へ出る	
time8-9		坊主#1が家#1に入り込む
time9-10	坊主#1が餅#1を取る	
time10-11	坊主#1が餅#1を食べる	
time11-12	坊主#1が石#1を取る	
time12-13	坊主#1が石#1を傷付ける	
time13-14	坊主#1が石#1を投げる	
time14-15	坊主#1が山#1へ出る	
time15-16		坊主#1が取り乱しで死ぬ

図 12 特定の人物の選択による出力(坊主#1)

	loc1:家#1	loc2:山#1
time8-9		坊主#1が家#1に入り込む
time9-10	坊主#1が餅#1を取る	
time10-11	坊主#1が餅#1を食べる	
time11-12	坊主#1が石#1を取る	
time12-13	坊主#1が石#1を噛む	
time13-14	坊主#1が石#1を投げる	
time14-15	坊主#1が山#1へ飛び出す	

図 13 時間の選択による出力(time8,9,10,11,12,13,14,15)

	loc1:家#1	loc2:山#1
time1-3	猟師#1が餅#1を投げる	坊主#1が家#1に入り込む
time3-4	坊主#1が餅#1を取る	
time4-5	坊主#1が餅#1を投げる 猟師#1が餅#2を取る	
time5-7	猟師#1が餅#2を食べる	
time11-12	坊主#1が石#1を取る	
time12-13	坊主#1が石#1を噛む	
time13-14	坊主#1が石#1を投げる	
time14-15	坊主#1が山#1に飛び出す	
time15-16		坊主#1がハブニングで死ぬ

図 14 時間選択 2(time1,3,4,5,7,11,12,13,14,15,16)

	loc1:家#1	loc2:山#1
time1-3		坊主#1が家#1に入り込む
time3-6	坊主#1が餅#2を取る	
time6-7	坊主#1が餅#2を食べる	
time7-15	坊主#1が石#1を置く 坊主#1が山#1に飛び出す	
time15-16		坊主#1がかまいたちで死ぬ

図 15 人物選択と時間選択の組み合わせによる出力
(坊主, time1,3,6,7,15,16)

	loc1:家#1	loc2:山#1
time1-2	猟師#1が餅#1を投げる	
time2-3		
time3-4	坊主#1が餅#1を取る	
time4-5	坊主#1が餅#1を投げる 猟師#1が餅#2を取る	
time5-6	猟師#1が餅#2を投げる 坊主#1が餅#2を取る	
time6-7	坊主#1が餅#2を食べる	
time7-8	坊主#1が山#1へ飛び出す	
time8-9		
time9-10	坊主#1が餅#1を取る	
time10-11	坊主#1が餅#1を食べる	
time11-12	坊主#1が石#1を取る	
time12-13	石#1が減る	
time13-14	坊主#1が石#1を投げる	
time14-15	坊主#1が山#1へ飛び出す	
time15-16		

図 16 特定の場所の選択による出力(家#1)

5. むすび

以上、本論文では、[中嶋 2008, 2009]を修正・拡張して、物語生成システムにおける物語内容機構の一環として、ストーリー世界からストーリーラインを生成するシステムを作成し、生成実験を行って、概念オントロジー及び物語構造的処理との融合の問題に関連する問題点と課題を明らかにした。

参考文献

- [堀 2007]堀浩一(著), 人工知能学会(編):創造活動支援の理論と応用, オーム社, 2007.
- [池原 2009]池原悟:非線形言語モデルによる自然言語処理—基礎と応用—, 岩波書店, 2009.
- [Montfort 2006]Montfort, N.: Natural Language Generation and Narrative Variation in Interactive Fiction, Papers from the AAAI Workshop, Computational Aesthetics: Artificial Intelligence Approaches to Beauty and Happiness, pp.45-52, 2006.
- [中嶋 2008]中嶋美由紀・小方孝:物語内容の構造, 人工知能学会全国大会(第22回)論文集, 1C2-3, 2008.
- [中嶋 2009]中嶋美由紀・小方孝:ストーリーラインと物語世界—行為と状態の相互変換に基づく物語内容機構の提案—, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II 第17回定例研究会 予稿集, 17G-05, 2009.
- [小方 1996]小方孝・堀浩一・大須賀節雄:物語のための技法と戦略に基づく物語の概念構造生成の基本的フレームワーク, 人工知能学会誌, 11(1), pp.148-159, 1996.
- [小方 2007]小方孝:プロップから物語内容の修辞学へ—解体と再構成の修辞を中心として—, 認知科学, 14(4), pp.532-558, 2007.
- [小野寺 2010]小野寺康・花田健自・小方孝:物語内容におけるストーリー世界の表現と生成, 人工知能学会全国大会(第24回)論文集, 112-OS1b-11, 2010. (to appear)
- [柳田 1955]柳田国男:遠野物語一付・遠野物語拾遺一, 角川書店, 1955.