

# 物語世界間のつながりが一部明示されたメタファー写像セットの構築

A Collection of Sets of Metaphorical Mappings Annotated with Story World Calls.

松吉 俊 内海 彰  
Suguru Matsuyoshi Akira Utsumi

電気通信大学大学院 情報理工学研究科  
Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

We have proposed a novel framework for narrative generation. This framework converts a sequence of states generated by a simulator into the corresponding event sequence in a story world with metaphorical mappings. In this paper, we describe a collection of sets of metaphorical mappings for chess and maze solving. We annotated a part of them with story world calls for the purpose of using them as a training data for scoring drafts of narratives. We conclude that we have 291 sets of metaphorical mappings available for narrative generation.

## 1. はじめに

人工知能や認知科学の分野において、物語文章自動生成システムの研究は古くから取り組まれてきた [秋元 13, Gervás 18]。物語生成の主な流れは、物語内容 (story) の決定、物語言説 (discourse) の決定、文字列化である。

我々は、この流れを利用しない新しいパラダイムとして、シミュレーションとメタファー写像を利用するフレームワークを提案した [松吉 18a, 松吉 18b]。この手法の概要を図 1 に示す。このフレームワークでは、計算機が人間と同等以上の推論・探索能力を発揮することが期待できるシミュレーションやゲーム \*1 を用いる。計算機上でこのシミュレーションを実行すると、実行に付随する「状態」や「行動」の列 (状態遷移列) が取得できる。例えば、迷路探索シミュレーションの場合、エージェントの位置座標のリストが、チェスの場合、駒の動きのリストが取得できる。このフレームワークでは、状態遷移列を比喩的に解釈することにより、物語文章を自動生成する。例えば、迷路探索は恋愛物語として比喩的に解釈可能である。「ゴールに近づく」位置変化を「楽しくデートする」イベントに写像し、「ゴールから遠ざかる」位置変化を「顔を見れない」状態に写像することが考えられる。このようなメタファー写像により自動生成された物語を図 2 に示す。同様に、チェスで「相手の駒を取る」様子を「部屋の中の物を片付ける」イベントに写像することにより、チェスの試合を部屋の片付けとして比喩的に解釈することも可能である。このようなメタファー写像により自動生成された物語を図 3 に示す。

物語の草稿を生成するにあたり、このフレームワークが入力とするものは、次の 4 つである。

**シミュレーター** 現実世界の一部をシミュレート [松尾 16] する

**AI** シミュレーションにおいて、エージェント等がどう動くかを決定するアルゴリズム

**状況** シミュレーションを実行する場

連絡先: 松吉 俊、電気通信大学大学院 情報理工学研究科、東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1 電気通信大学 西 5 号館 505 号室、042-443-5292, matuyosi@uec.ac.jp

\*1 以下、シミュレーションと言った場合、ゲームを含めるものとする。

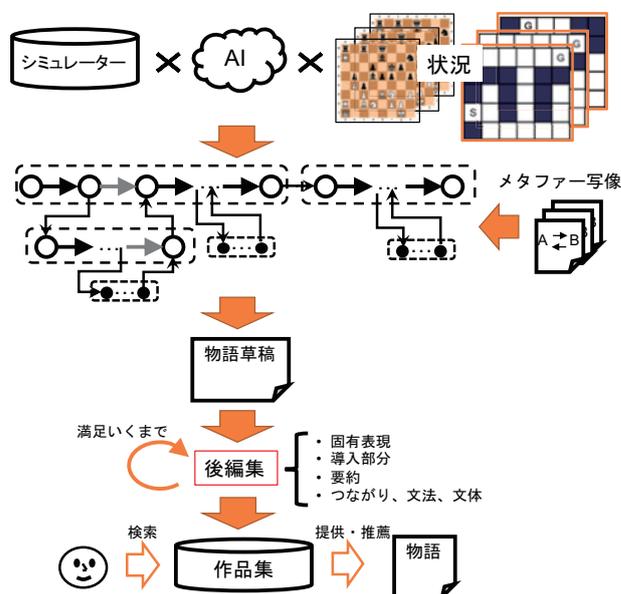


図 1: シミュレーションとメタファー写像を利用する物語文章生成フレームワーク

**メタファー写像セット** 状態遷移列を比喩的に解釈するために利用される

このフレームワークが生成することができる物語の本質的な異なり数は、シミュレーターを 1 つ固定することにより、およそ「AI の異なり数」×「状況の異なり数」×「メタファー写像セットの異なり数」となる。それぞれの専門家がそれぞれを開発することにより、フレームワーク全体として生成可能な物語の数を増やすことができることは、このフレームワークの特長の 1 つである。

図 1 に示されるように、本フレームワークでは、1 つの物語を生成するにあたり、複数の様々なシミュレーションを実行することを想定している。2 つのシミュレーションを実行し、それらから生成された物語文章を直列的に繋げて、長い 1 つの物語とするだけでなく、物語文章の途中に、別のシミュレーションから生成された物語文章を埋め込むことも可能である。

ジョンは会社員。アンは同じ会社の同僚。2人は付き合い始めた。話が盛り上がるのが数日続いた。今日は楽しくデートした。今日も楽しくデートした。今日は顔を見れない。今日は楽しくデートした。今日も楽しくデートした。話が盛り上がるのが3日続いた。ついに結婚した。

図 2: 自動生成された物語の例: 「恋愛」

部屋の掃除を開始した。本を整理した。さらに本を整理した。掃除機をかけた。机の引き出しを整理した。また本を整理した。掃除機をかけた。本を整理した。さらに本を整理した。机の引き出しを整理した。掛け布団を干した。幼い頃から使っていたブランケットを見つけた。捨てるべきか悩ましい。悩んだ結果、ブランケットを捨てることにした。本を整理した。部屋の掃除が無事終わった。

図 3: 自動生成された物語の例: 「部屋の片付け」

先の図 3 は、チェスによって生成された片付けの文章である。この中に、「捨てるべきか悩ましい。」という文が生成されている。「実行すべきかどうか悩む」という状態において、「悩みに関する思考過程」として迷路探索を比喩的に解釈することで生成された物語文章を、サブの物語としてメインの物語の中に埋め込むことができる。実際に埋め込んだ結果を図 4 に示す。この図の下線部分が、迷路探索により生成されたサブの物語文章である。

現在、我々は、メタファー写像セットの拡充を進めている。本論文では、チェスと迷路探索に関するメタファー写像セットの構築について報告する。本フレームワークでは、大きなプログラムにおいてサブルーチンがサブルーチン呼び出すように、物語世界が別の物語世界を呼び出す。計算機に知的にこれを実行させるための学習データとして今後利用することを想定し、物語世界と物語世界の間のつながりをアノテーションした。このアノテーション結果についても報告する。

## 2. 関連研究

### 2.1 物語文章生成

物語文章生成に関して、これまでに様々な手法が提案されている [秋元 13, Gervás 18]。その主なものは、物語文法などに基づき、独自の記法で記述されたスクリプト (事象集合のグラフ) を操作する手法 [秋元 13, Akimoto 17, Montfort 13, 佐藤 16] である。ニューラルネットワークを用いて、これまで生成した語句の列から次の語句を生成することを文の境界を越えつつ繰り返すことにより、文章を生成する手法 [浅川 15, Jain 17, Fan 18, Martin 18] も提案されている。

ゲームやシミュレーションを実行して得られた出力や実行ログの列を文字列に翻訳することにより、その世界の物語を文章として語る手法 [福田 15, 鳥海 16, 松山 17] が提案されている。我々の手法と同じようなアプローチであるが、我々の手法では、メタファー写像を利用することにより、1つのシミュレーションから様々なジャンルの物語を生成できる点が異なる。

Gervás は、チェスの駒を単に「シミュレーション世界の人間」とみなし、少数の駒の盤上の動きから、「逆境の恋」の物語や「誘拐」の物語を生成する手法を提案している [Gervás 18]。

部屋の掃除を開始した。本を整理した。さらに本を整理した。掃除機をかけた。机の引き出しを整理した。また本を整理した。掃除機をかけた。本を整理した。さらに本を整理した。机の引き出しを整理した。掛け布団を干した。幼い頃から使っていたブランケットを見つけた。捨てるべきか悩ましい。困っており、どうするか悩む。まだ悩みたい。実行についてしっかり考える。やはり実行してしまつてよいと思う。実行についてもっとしっかり考える。実行することに決めた。悩んだ結果、ブランケットを捨てることにした。本を整理した。部屋の掃除が無事終わった。

図 4: 「部屋の片付け」に「悩みに関する思考過程」を埋め込んだ物語

この手法では、独自の記法で記述された7つのスクリプトと、「ヒーロー」や「悪党」などの役職が与えられたチェスの駒を用いる。盤上の1つの駒を指定し、その駒に視界を定め、チェスを実行し、その視界内に生じたイベント集合の列を記録する。各スクリプトとイベント集合列の一致度を算出し、閾値を超えるスクリプトがあれば、スクリプト内の人名スロットを駒の名称 (例えば、「白のポーン」) で埋めることにより、物語文章を生成する。Gervás がスクリプトを利用した理由は、「目的を持ったストーリーを生成するためである」と論文中で説明されている。チェスの駒の動きを比喩的に解釈する点是我々のアプローチと同様であるが、我々のアプローチでは、理論的である一方、難解になりがちである研究者独自の内部表現を使わず、自然言語で記述することができ、共有しやすいメタファー写像セットを利用している点が異なる。

### 2.2 言語学におけるメタファー

認知言語学の概念メタファー理論において、メタファーは、2つの意味領域間の連結であると捉えられる [鍋島 11, アリス 10]。メタファー写像に関して、Lakoff [Lakoff 93] は、「写像において、目標領域が課す制約が許す範囲で、根源領域の表現間の (位相) 構造は目標領域内でも保たれる。」という不変性原理を提唱した。我々の物語自動生成フレームワークは、この不変性原理から着想を得て次の2つの仮説を定め、それを検証するものである。

- テキストのジャンルを問わず、2つの意味領域の間に数個のメタファー写像の存在が確認されれば、それら以外の多くのメタファー写像の対応を確認することができる
- ゲームやシミュレーター内に実装されている種々の制約や論理が、物語文章生成においても制約・論理として働くので、物語の展開において、「狭い意味でのフレーム問題」 [人工知能学会 05] を回避できる

ある文章においてメタファーが用いられている場合、それと関連したメタファーも用いられていることがよくある。複数の文献 [鍋島 16, アリス 10] で指摘されているように、このようなメタファー集合の大きなデータベースは英語でも日本語でも利用可能でないため、これらに関する言語学的研究はほとんど進んでいない。現在、我々が構築を進めているメタファー写像セットは、まさにこのようなデータベースを作ることに相当する。現在は人手で書き下すことによりデータベースを拡張しているため、「天然物」とは言いにくい、言語学的研究にも使用できるデータベースとなることも目指している。

```

[_simulator_]
name = chess
[_introduction_]
text = 部屋の掃除を開始した。
[_conclusions_]
text = 部屋の掃除が無事終わった。
else = 今日は諦めた。
[remove_p]
state = 相手のポーンが1つ失われる
text = 本を整理した。
[remove_b]
state = 相手のビショップが1つ失われる
text = 机の引き出しを整理する。
:

```

図 5: メタファー写像セットの例: 「部屋の片付け」

```

@@@@@@@@@      r n b q k b n r
@220020G@      P P P P P P P P
@0@0@1011@      . . . . .
@S@000111@      . . . . .
@00110010@      . . . . .
@@@@@@@@@      . . . . .
                P P P P P P P P
                R N B Q K B N R

```

図 6: 迷路探索 (左) とチェス (右) の状況の例

表 1: メタファー写像セットの数

	[松吉 18a]	本論文	計
チェス	2	100	102
迷路探索	89	100	189
合計	91	200	291

### 3. メタファー写像セットの構築

#### 3.1 ファイルの記法

メタファー写像セットは、シミュレーションと物語世界のペアに対して1つのファイルとして記述する。メタファー写像セットの例を図5に示す。このファイルは、コンフィグファイル形式(.cfg)である\*2。アンダースコアで挟まれたセクション名は予約語であり、そうでないセクション名は写像コードである。[\_simulator\_]にはペアとなるシミュレーションの名前を記述する。[\_introduction\_]には初期状態で出力する文字列を記述する。[\_conclusions\_]には最終状態で出力する文字列を記述する。“text”に、目標が達成できた時に出力する文字列を、“else”に、目標に至らなかった時に出力する文字列を記述する。“remove\_p”や“remove\_b”は、計算機が対象イベントを認識するための写像コードである。本来ならば、「相手のポーンが1つ失われる」という文字列を計算機が解釈し、シミュレーション世界内でシンボルグラウンディング[松尾 16]することにより、このイベントが発生したかどうかを自動認識すべきである。しかしながら、現在の自然言語処理の技術では高精度に安定してこれを実現することは困難である。それ故、あらかじめ、シミュレーターのラッパーに対して、認識すべきイベントの集合とそれらの認識規則を手手で与え、シミュレーションの実行中にイベントが認識されれば、そのイベントに対応する写像コードを出力するように設計した。現在、図1で示される我々のシステムは、状態遷移列を写像コードの列に変換し、その後、メタファー写像セットを用いて写像コードの列を文字列に変換する。[写像コード]の“text”に、物語世界のイベント表現を記述する。現在のところ、“state”は人間の作業者が参照するためのだけのものである。

#### 3.2 [松吉 18a]の問題点

以前の我々の研究[松吉 18a]には次の2点の問題があった。

1. 迷路探索の写像コードは、xy座標空間において上下左右に移動する[up], [down], [left], [right]のみの淡白なものであった
2. 図1で示される我々のシステムは、現在の状態から生成された文字列に含まれるキーワードと[\_introduction\_]の文字列との単純なキーワードマッチにより、埋め込むべき物語世界を探索する。これにより、多数の物語草稿

\*2 初心者の理解しやすさと作業しやすさを考慮してこの形式を選択した。

が得られるが、ランキングされないため、どの草稿を優先的に次の後編集に送るべきか判断に困る

#### 3.3 高さの概念の導入

1つめの問題を解決するために、図6の左側に示すように、迷路に高さの概念を取り入れた。この図において、“S”と“G”は、それぞれスタート地点とゴール地点を表す。“0”は「平坦な道」を、“1”は「ちよつと山」を、“2”は「かなり山」を、“@”は「壁」を表すものとした。

写像コードとして、「状態0から状態1に変化した」ことを表す[01]やその仲間として[02], [12], [2G]などを追加し、さらに、「上移動により状態0から状態1に変化した」ことを表す[01up]やその仲間として[01down], [02left], [S1right]などを追加した。

#### 3.4 呼び出す物語世界を明示

2つめの問題を解決する手がりとして、[写像コード]の“text”の末尾に、別のメタファー写像セットのファイル名を記述できるようにした。これにより、物語世界間のつながりを積極的に示すことができる。

#### 3.5 構築過程

大学生50名に、物語文章自動生成システムを実行しながら、メタファー写像セットを手手で記述してもらった\*3。1人あたりチェスに関して2つ、迷路探索に関して2つの計4つを作成するよう依頼した。さらに、3.4節の方法により、物語世界の呼び出しを少なくとも1つ記述するよう依頼した。

#### 3.6 分析と考察

以前の研究[松吉 18a]において構築したメタファー写像セットの数、および、本論文で新たに構築した数を表1に示す。現在、物語文章生成のために、291個のメタファー写像セットが利用可能である。

認知言語学の概念メタファー理論において、よく知られているメタファーの中に〈良は上〉メタファーと〈困難は障害物〉メタファーがある[鍋島 11]。3.3節で述べたように、高さに対して「山」という表現を使って教示したため、〈困難は障害物〉メタファーに相当するメタファー写像が多かった。今後はこのようなバイアスを避けるために中立的な表現を使用する必要がある。

\*3 詳細については、次のURLの資料を参照してほしい：  
<http://www.cl.inf.uec.ac.jp/lec/>

表 2: 呼び出し元の物語世界と呼び出された物語世界の例

元 ⇄ 呼び出された	数	物語世界呼び出しの例
チェス ⇄ チェス	5	恋愛 ⇄ 同棲生活 仕事 ⇄ 上司からのお言葉 魔王討伐 ⇄ 技の鍛錬
チェス ⇄ 迷路探索	36	高校生活 ⇄ 大学受験 バンド活動 ⇄ 曲作り 料理 ⇄ 訪問者の対応
迷路探索 ⇄ チェス	10	販売員 ⇄ 書類作成 友達とご飯 ⇄ 先輩との会話 国の発展 ⇄ 国家間交渉
迷路探索 ⇄ 迷路探索	8	野球練習 ⇄ スランプ プロゲーマー ⇄ トロフィー獲得 受験勉強 ⇄ 勉強法の悩み
合計	59	

表 2 に、シミュレーションの種類ごとに物語世界の呼び出しの例を示す。「チェス ⇄ 迷路探索」が一番多かったのは、教示に使用した例がこのタイプであったからであると思われる。妥当な呼び出しが設定されていることがこの表から見てとてる。本フレームワークで得られる多数の物語草稿を適切にランキングするために、学習データとしてこれらの呼び出し事例をうまく活用することは、今後の課題である。

#### 4. おわりに

我々は、シミュレーションとメタファー写像を利用する物語文章生成システムの開発に取り組んでいる。本論文では、チェスと迷路探索に関するメタファー写像セットの構築について報告した。

今後の課題は、大きく 3 つある。1 つは、利用可能なシミュレーションを追加しながらメタファー写像セットの拡充を進めることである。もう 1 つは、生成された多数の物語草稿を適切にランキングする方法を考案することである。最後の 1 つは、冗長な部分を減らし、読みやすい文章とするために後編集システムの開発に取り組むことである。

#### 謝辞

本研究の遂行にあたり、電気通信大学情報理工学域 I 類 (情報系) の 2018 年度『経営・社会情報学実験』履修生に感謝の意を表します。

#### 参考文献

[秋元 13] 秋元 泰介, 小方 孝: 物語生成システムにおける物語言説機構に向けて, 認知科学, Vol. 20, No. 4, pp. 396–420 (2013)

[Akimoto 17] Akimoto, T.: Computational Modeling of Narrative Structure: A Hierarchical Graph Model for Multidimensional Narrative Structure, *International Journal of Computational Linguistics Research*, Vol. 8, No. 3, pp. 92–108 (2017)

[アリス 10] アリス ダイグナン著, 渡辺 秀樹, 大森 文子, 加野 まきみ, 小塚 良孝訳: コーパスを活用した認知言語学, 大修館書店 (2010)

[浅川 15] 浅川 伸一: ニューラルネットワーク物語生成モデル, 人工知能学会第 2 種研究会ことば工学研究会資料, Vol. 49, pp. 15–21 (2015)

[Fan 18] Fan, A., Lewis, M., and Dauphin, Y.: Hierarchical Neural Story Generation, in *Proceedings of the 56th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers)*, pp. 889–898 (2018)

[福田 15] 福田 清人, 森 直樹, 松本 啓之亮: 既存小説に依存しない小説の自動生成に関する一考察, 言語処理学会第 21 回年次大会発表論文集, pp. 992–995 (2015)

[Gervás 18] Gervás, P.: Storifying Observed Events: Could I Dress This Up as a Story?, in *Proceedings of the 5th AISB Symposium on Computational Creativity* (2018)

[Jain 17] Jain, P., Agrawal, P., Mishra, A., Sukhwani, M., Laha, A., and Sankaranarayanan, K.: Story Generation from Sequence of Independent Short Descriptions, *CoRR*, Vol. abs/1707.05501, (2017)

[Lakoff 93] Lakoff, G.: The Contemporary Theory of Metaphor, in Ortony, A. ed., *Metaphor and Thought (2nd edition)*, Cambridge University Press (1993)

[Martin 18] Martin, L. J., Ammanabrolu, P., Wang, X., Hancock, W., Singh, S., Harrison, B., and Riedl, M. O.: Event Representations for Automated Story Generation with Deep Neural Nets, in *Proceedings of the 2018 Conference of the Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI)* (2018)

[松尾 16] 松尾 豊: Deep Learning から身体性、シンボルグラウンディングへ, 人工知能学会全国大会発表論文集 1A5-OS-27c-2 (2016)

[松山 17] 松山 諒平, 佐藤 理史, 松崎 拓也: 人狼ログからの小説の自動生成, 言語処理学会第 23 回年次大会発表論文集, pp. 32–35 (2017)

[松吉 18a] 松吉 俊, 内海 彰: メタファー写像に基づく物語文章の自動生成, 言語処理学会第 24 回年次大会発表論文集, pp. 1288–1291 (2018)

[松吉 18b] 松吉 俊, 内海 彰: メタファー写像と後編集を利用する物語文章生成フレームワーク, 人工知能学会全国大会 (第 32 回) 発表論文集, 2E2-01 (2018)

[Montfort 13] Montfort, N., Pérez y Pérez, R., Harrell, D., and Campana, A.: Slant: A Blackboard System to Generate Plot, Figuration, and Narrative Discourse Aspects of Stories, in *Proceedings of the International Conference on Computational Creativity (ICCC) 2013* (2013)

[鍋島 11] 鍋島 弘治朗: 日本語のメタファー, くろしお出版 (2011)

[鍋島 16] 鍋島 弘治朗: メタファーと身体性, ひつじ書房 (2016)

[佐藤 16] 佐藤 理史: コンピュータが小説を書く日, 日本経済新聞出版社 (2016)

[鳥海 16] 鳥海 不二夫, 大澤 博隆: AI 達は物語を生み出すか, 人工知能学会全国大会発表論文集 2F4-5 (2016)

[人工知能学会 05] 人工知能学会 (編): 人工知能学事典, 共立出版 (2005)