

推理小説プロットを自動生成し映像化する統合的インタラクティブシステムの開発と評価

豊澤修平^{†1} 工藤はるか^{†1} 石田晃大^{†1} 遠藤史央里^{†1} 川瀬稜人^{†1} 菊池亮太^{†1}
工藤健太郎^{†1} 栗原将風^{†1} 櫻井健太郎^{†1} 佐藤好高^{†1} 玉置秀基^{†1}
根本裕基^{†1} 原科充快^{†1} 久野露羽^{†1} 平田郁織^{†1}
村井源^{†1} 椿本弥生^{†2} 角薫^{†1} 松原仁^{†1}

概要: 推理小説のプロットをランダムに自動生成し、3DCGとして視覚化し、インタラクティブに鑑賞することを可能とするシステムを開発した。プロットの自動生成においては、物語の典型的パターンとして物語構造を部分的に固定化し、トリックや台詞などの可変データを組み合わせることで多様な物語の生成を実現した。プロットの自動生成と3DCG化・インタラクティブ性を付与は別のプログラムとして独立に利用可能なシステム構成となっている。また、実装したシステムに対してその有用性を確認するためにユーザによる評価実験を行った。

キーワード: 自動生成, アニメーション, 物語分析

Development and Evaluation of an Interactive System That Automatically Generates and Visualizes Detective Novel Plots

SHUUHEI TOYOSAWA^{†1} HARUKA KUDOU^{†1} KOUDAI ISHITA^{†1}
SHIORI ENDOU^{†1} RYOUTO KAWASE^{†1} RYOUTA KIKUCHI^{†1}
KENTAROU KUDOU^{†1} MASAKAZE KURIHARA^{†1} KENTAROU SAKURAI^{†1}
YOSHITAKA SATOU^{†1} HIDEKI TAMAKI^{†1} YUUKI NEMOTO^{†1}
MITSUYOSHI HARASHINA^{†1} TSUYUHA HISANO^{†1} IORI HIRATA^{†1}
MURAI HAJIME^{†1} KAORU SUMI^{†1} HITOSHI MATSUBARA^{†1}

Abstract: We have developed a system that automatically generates random plots of detective stories and that system also enables visualizing the plot as 3DCG interactively. In automatic plot generation, some story structures were fixed as a typical pattern and variable data such as tricks and speech were combined to that in order to generate various visualization system are independently utilization. Moreover, experimental evaluation by users were performed on the system in order to examine effectiveness.

Keywords: Automatically Generation, Animation, Story Analysis

1. はじめに

近年、人工知能分野において物語を自動生成する試みに関心が寄せられている。例えば、松原ほか[1]では星新一のショートショートのような文章をコンピュータに自動生成をさせ、星新一賞の一次選考を通過させることに成功した。これは文章による物語の自動生成であるが、一般的に物語は小説のように主に文字を用いて表現するもの、映画のように音や映像を用いて表現するものなど多種多様な表現が存在する。しかし、物語の生成から映像化までを自動生成で実現することは困難であり、従来の自動生成では生成した作品がそもそも理解困難であるものや[2]、理解可能であるが物語としてオチのないパターンが出現しうるなどの問題があった[3]。そこで本システムでは自然な物語を文字と映像として自動生成し、さらにインタラクティブ性を統合して総合的な物語提示システムとして実現することを目的

とした。また、システムの有効性を検証するために、小学校の授業において児童を対象に評価実験を行った。

2. インタラクティブシステム

物語の自動生成を行うシステムを作成するにあたり、最初に物語のジャンルの検討を行った。その結果、推理物語を選択することに決定した。推理物語を選択した理由を下記に列挙する：

- 謎解きは典型的な物語のジャンルの1つであり、典型的なパターンの分析において利用可能な作品数が豊富であること
- 多くの物語において、何らかの形で謎解きの要素が含まれており、他のジャンルへも応用可能性が高いと考えられること
- これまで科学的な分析の対象としてはあまり扱われておらず、物語パターンの分析対象としても新規性が

^{†1} はこだて未来大学

^{†2} 東京大学

あること

また、実際にシステムを作成するにあたっては、

1. プロットを生成するのに必要な物語の構造に関するデータベースを作品データから構築する
2. 物語構造のデータベースからプロットを生成するアルゴリズム
3. プロットの映像化アルゴリズムと映像化に必要な各種データの整備

の3点を解決する必要があった(図1)。

なお、本論文でのプロットとは物語の構造を簡略化したもので、物語の流れを概念化したものである。

また、物語構造のデータの基本的な性質としては、データベースの情報量を増やせば生成されるプロットの質と量が向上するが、データベースを拡充しようとするとデータ整形にコストが増大するというトレードオフ関係がある。

当然のことながらデータベースには有限の情報しか入れることができない。従って、より少ない労力で作品から物語のデータベースを構築し、かつ多様な物語の自動生成を実現するためには適切な情報の取捨選択および適切なデータ形式の選定が重要である。これらの問題を考慮した結果が後述の第2.2項(2)に記載した形式である。

また本研究では、作成するシステムを通じて物語の自動生成およびインタラクティブな鑑賞を行いユーザに物語の面白さとその可能性を体験してもらうことも一つの目的としている。そこで、仮想的なインタラクティブシステムのユーザとして小学生の児童を想定して開発を行い、さらに評価実験を行ってその効果を確認することとした。

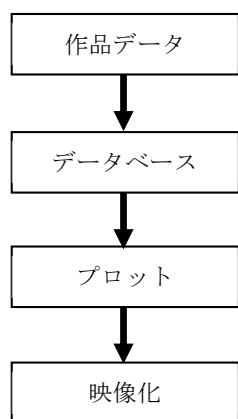


図1 システムのフローチャート

2.1 データ

(1) 使用した作品

推理物語のプロットの自動生成にあたり、基礎となる作品データとして『名探偵コナン』と『Q. E. D. 証明終了』の2つを用いることとした。この理由として、どちらも短編の推理物語の長期連載であること、また漫画で描かれていることの2点が挙げられる。

長期連載の場合、同じ作者が同じ登場人物で多数の話を描くため多数の類似データを収集しやすく、一定のパターンを抽出しやすい点がメリットとなる。また、長期連載されるということは多くの読者に一定以上の評価を受け続けている、すなわち質の高い作品である可能性が高いと想定される。

更に漫画作品を選定した理由としては、評価実験を行う際の実験協力者が児童であったこと、生成されたプロットに対して3DCGで視覚化する必要があったことが挙げられる。児童がシステムを利用するので内容が子どもでも理解しやすいように作られた児童向けの漫画であれば、それに基づいて生成されるプロットも適切な難易度になることが期待される。また、視覚的に描かれた漫画では登場人物の動作や部屋のレイアウト、立ち位置といった映像化の際の情報が作品中に含まれており、自動生成においてこれらを利用することができる大きなメリットとなる。以上の理由から上記の作品を基礎データとして用いた。

(2) 分析データの種類

伝統的な物語論の手法[4,5]に沿って対象作品を分析した結果として、推理物語がいくつかの基本的な物語構造に対してトリックや登場人物のキャラクタを多様化させることで数多くのバリエーションを生み出していることが明らかとなった。そこでプロット生成や映像化に必要な情報を5種類のデータに構造化した。

- 対象作品の分析を行い物語の全体的な構造を平均化し、これを典型的シナリオパターンとして抽出した。最終的に16種類のパターンを作成した。
- 生成するプロットに多様性を持たせるためにトリックをトリックデータベースとして物語の構造とは別に収集した。最終的に3種類作成した。
- 登場人物のキャラクタ付けを行うため、探偵役のセリフに男性・オカマの2種類の発話データを準備した。
- 物語の本筋とは直接的に関係せず、分離可能な登場人物の言動の一連のまとまりを会話データベースとして別個整備した。
- 映像における動画生成のため、作品から登場人物が行う動作とその頻度を抽出し動作頻度リストを作成した(表1)。

(3) データの形式

作品から物語に関する情報を構造化されたデータとして抜き出す際に、登場人物の各行動を単位として7つの情報を表2に示した形式で付与した。

また、表2の形式に抽出した各言動データに9桁のID番号を割り当てた。例としてID番号を123456789とした場合の、各桁の意味を左から説明したものを表3に示す。

表 1 動作頻度リスト

動作	頻度	具体例
刺す	47	ナイフで
抜く	36	ナイフを
打つ	31	拳銃を
結ぶ	19	紐を
放り込む	13	遺体を
切る	11	刀
見つける	10	女性が犯人を
逃げる	8	犯人が
追う	7	探偵が
隠す	7	遺体を
探す	6	探偵が
殴る	6	刀の柄で
運ぶ	6	遺体を

表 2 各言動単位のデータのフォーマット

記号	説明
-r 役割	登場人物の持つ役割
-s 台詞	話した台詞
-a 動作	行った動作
-p 場所	「r 役割」がいる場所
-t 物品	所持または利用している道具
-d 対象	動作や話す際の対象や方向
-c カメラ	カメラによる映像の追加効果

表 3 ID の割り当て

ID 番号	説明
1 番目	データの種類を典型的パターンは1, トリックデータベースは2, その他は3として記述した.
2, 3 番目	各種類の何個目のファイルかを表した
4 番目	物語を分析し物語の構造を5つのシーン(1は冒頭部, 2は発見部, 3は捜査部, 4は解決部, 5は後日談)へ分解し, 5つの数字で表した.
5, 6, 7 番目	物語の各シーンにおける時系列の順序を3桁の数字で表した.
8 番目	登場人物の属性(1は男性, 2はおかま, 3はその他)を1桁で割り当てた.
9 番目	現実シーンを1, 回想シーンを2として区別.

2.2 自動生成アルゴリズム

プロットの生成アルゴリズム開発においては, 第 2.1 項のデータを用いて推理物語の文章や流れをコンピュータが自動的に生成させることを目的とした. 日本語の複雑な処理をする必要上, 自然言語処理に関するライブラリが多く存在する Python で開発を行った.

従来の物語自動生成の研究の課題としては,

- 文脈を意識した物語を作ることが困難であること
- 前後の文章と直接的に関係しない内容の文章を生成しがちであること

などいくつかの問題点が挙げられる[6].

本研究ではこれらの問題点を解決するために図 2 のようなアルゴリズムを考案した.

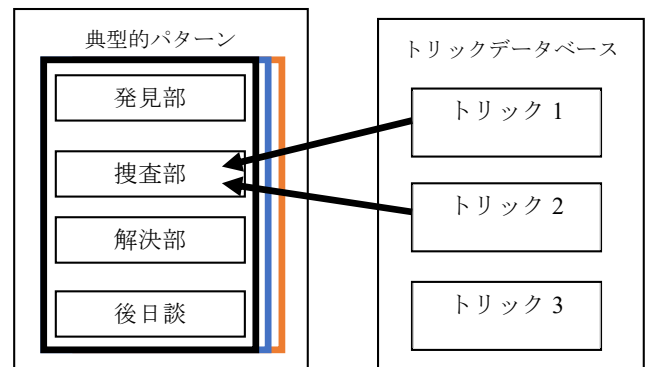


図 2 アルゴリズムの概念図

まず物語の構造と文脈の問題は作品から抽出したいくつかの典型的な物語パターンの中から選択する形式を採用することで解決した. これによって, 起承転結といった物語の流れを複数種類に固定化し, その中に入れ替え可能な可変データを何種類か挿入することで, 文脈に沿った話を生成することに成功した.

次に, 生成可能な物語のパターン数の計算法について説明する. 本研究では, 第一の可変部分として典型的パターンの中にあるトリックの箇所を入れ替え可能な形に構造化した. トリックは推理物語の重要部分ではあるが, 物語全体の流れに完全に依存しているわけではなく, 多くのトリックが複数の物語パターン中で利用可能であることが分析の結果明らかになったため, これを独立のデータとして構造化した. 自動生成においてはトリックの箇所をデータベースからランダムに読み, 典型的パターンと結合して自動生成を行っている. トリックは乱数によって選択されるが, 物語の流れにトリックが適合しない場合も存在する. そのため, 典型的パターンとトリックデータベースとの結合可能なパターンを対応表として準備することで解決した.

トリック以外に, 主人公(探偵役)のキャラクタに合わせた発話データのセット, 物語の本筋には直接関係しない登場人物間の言動のデータのセットもそれぞれ独立にランダムに典型パターンに結合することが可能である.

トリックデータの活用のみでも理論上は, $8 \text{種類(典型的パターン)} \times 3 \text{種類(トリックデータ)} = 24 \text{種類}$ のプロットを生成可能である. しかし, 典型的パターンとトリックデータが適合しない場合があるため 16 パターンが生成可能である. これに加えて, 主人公の発話タイプ(2種類), 本筋とは関係しない言動のセット(4種類)を合わせることで, $16 \text{種類} \times 2 \text{種類} \times 4 \text{種類} = 96 \text{種類}$ の物語を自動生成することが現在のシステムでは可能となっている. 各データセットの種類を増やしたり, これらの以外の独立に変更可能な箇所(例えば, 犯人像や事件の動機など)を別個分離したりすることでさらに自動生成可能なパターンは大幅に増やすことが可能であると考えられる.

また, プロット以外にも物語に登場する机などのオブジェクトの初期位置を書いたファイルも同時に自動生成を行っている.

2.3 映像化

(1) 3D モデル

CGによる映像化を行う際には、まず2Dか3Dか選択する必要がある。2Dの場合では作成のコストが低い、しかし既存の多くのビジュアルノベルと呼ばれるゲームのジャンルにおいては、指定されたプロットに基づいてインタラクティブにユーザが物語を進め、ユーザの判断で物語の展開や結末を変更するシステムがすでに実現されている。3Dの場合も、オープンワールドなどのゲームの要素として部分的に含まれてはいるが、指定されたプロットを自由に読み込ませて実行することが可能な汎用的な物語鑑賞環境はまだ多くはない。また3Dのデータの場合にはユーザが視点を自分で操作するなどのインタラクティブな要素を付加して、没入感を増大させる効果が期待される。そこで本研究においては、物語の進行を高い自由度でインタラクティブに進めるために3Dモデルにおける映像化を選択した。

本システムは前述どおり小学校の児童向けに開発を行った。そのため、登場人物の3Dモデルを作成するにあたりキャラクターは2頭身にし、万人に特に子どもに受け入れられるような外見の特徴になるように造形を行った。

表4 作成した3Dモデルとその特徴

キャラクター	性別	色	服装	髪型
A	女性	青	ワンピース	ロングヘアー 茶色 青色メッシュ
B	男性	灰	白衣	短髪 はね毛 灰
C	男性	群青	パーカー	短髪 ストレート 青
D	女性	緑	ボーダー	短髪 センター分け
E	女性	赤	オフショルダー	ポニーテール
F	女性	黄	リボン ワイシャツ	セミロングヘアー
G	男性	紫	ワイシャツ	スキンヘッド



図3 3Dモデルのキャラクター A, B, C, D

(2) モーション

モーションとは元々「動作」や「運動」を意味する英語

である。しかし本論文では映像処理や3DCGにおける動作処理としての「動き」の意味で用い、以下からそれらをモーションとする。

第2.1項(1)の動作頻度リスト(表1)より、頻出動作と対象位置に基づき、また漫画の絵や実際の人の動作なども参考にしつつ動画生成に必要なモーションの制作を行った。

(3) Unityによる映像化

Unityとは統合開発環境を内蔵し、複数のプラットフォームに対応するゲームエンジンである。Unityを用いて自動生成されたプロットに基づき映像化に必要な各種データ(登場人物の3Dモデルとそのシーンでのモーションなど)を対応させて、インタラクティブ性を追加して映像化を行い出力した。

具体的な手順としては、まずプロットの要素を分解して一行(登場人物の一つの言動に対応)ごとに読み込む。一行中に存在する映像化に必要な3Dモデル(例えば人や場所等)をシステム内の原点(0, 0, 0)を中心として等間隔で配置し、指定されたモーションを3Dモデルに適用して動画を生成した。

また、Unityの特徴として簡単にインタラクティブ性を追加できる点が挙げられる。本システムではこの特徴を活かし、ユーザがマウスを用いてカメラアングルを任意に変更できるようにした。一般的な3Dアニメーションなどではカメラアングルは固定化されており、ユーザは動画を受動的に見ることが多い。しかし、カメラアングル操作によって物語の展開によって自分の好きなアングルから見るができるようになっている。同じ物語の展開でもカメラの位置や角度によってユーザの受け取り方は異なる可能性があり、本システムを用いることでそのような差異を検証することも可能である。

3. 評価実験

作成したシステムを用いて小学校で児童を対象に評価実験を行った。実験協力者として11から12歳の男女20名にシステムを使用してもらい、アンケートを行った。

3.1 結果

アンケートの集計結果を表5に示した。

表5 アンケート結果

	システム	カメラアングル
とても楽しかった	13	12
楽しかった	5	7
普通	2	1
つまらなかった	0	0
とてもつまらなかった	0	0

Q1「システム」、Q2「カメラアングル」のどちらも「とても楽しかった」、「楽しかった」が9割を超える結果となった。

また自由記述欄には良い点として

- 動きがわかりやすい
- 面白い
- カメラの向きを変えるのが楽しかった(全体を見たり、話し手に注目したり)

などが記された。逆に悪い点としては

- 終わりをはっきりしてほしい
- 内容が難しい
- この後どうなったのか、どうなってほしいのか等の選択肢が欲しい

などが挙げられた。

4. おわりに

本論文では、推理物語のプロットの自動生成とそれに対応する映像化およびインタラクティブ性を追加したシステムの開発を行い、作成したシステムに対する評価実験を行った。システムのスクリーンショットを図4に示す。



図4 システム画面

物語の自動生成に関しては複数種類の独立な物語データベースとそれらの統合のアルゴリズムを用いることで、最終的には96通りの推理物語のプロットの自動生成が可能となった。また、インタラクティブシステムに対して評価実験を行い、概ねシステムを使うことに対する肯定的な意見が多く見受けられ、インタラクティブシステムとしての有用性も示されたといえよう。

本システムは完全な物語の自動生成だけではなく、特定のデータベースの内容を創作したり、自動生成結果を編集したりすることなどによって人間と機械による作品の共創にも用いることが可能である。また人間が作成したプロットを入力とすることでインタラクティブシステム単体での没入性の高い物語世界の鑑賞装置としての利用も行えると考えている。

本システムにおける今後の課題としては、

- プロットの自動生成が乱数の組み合わせによるものであるということ。
- インタラクティブ性が現段階ではカメラアングルだ

けで少ないということ。

- 映像化するのに必要なデータが少ないということが挙げられよう。

参考文献

[1] 松原 仁, 佐藤 理史, 赤石 美奈, 角 薫, 迎山 和司, 中島 秀之, 瀬名 秀明, 村井 源, 大塚 裕子, 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, The 27th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2013, 2D1-1.

[2] Watch this short Sci-Fi movie with a script written by an AI, <https://techcrunch.com/2016/06/11/watch-this-short-sci-fi-movie-with-a-script-written-by-an-ai/> (参照 2017/12/22)

[3] Nozomu Yahata and Kaoru Sumi, An Interactive Digital Storytelling System with “What If” Functions, Entertainment Computing – ICEC 2017, p. 140-146.

[4] Vladimir Propp, Morphology of the Folk Tale, University of Texas Press, 1968. 北岡誠司(訳), 福田美智代(訳): 昔話の形態学, 水声社, 1987.

[5] Hajime Murai, Plot Analysis for Describing Punch Line Functions in Shinichi Hoshi's Microfiction, OpenAccess Series in Informatics, 2014. Vol. 41, pp. 121-129.

[6] Satoshi Sato, A Challenge to the Third Hoshi Shinichi Award, Proceedings of the INLG 2016 Workshop on Computational Creativity in Natural Language Generation, 2016, p. 31-35.