

既存小説に依存しない創発的なストーリーの自動生成に関する考察

Analysis of Automatic Novel Generation without Existing Novels Information

福田 清人 森 直樹 松本 啓之亮
Kiyohito Fukuda Naoki Mori Keinosuke Matsumoto

大阪府立大学 工学研究科
Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University

Recently, automatic generation of works based on kansei of human by the computer has become important topics in artificial intelligence field. Especially, automatic novel generation is one of the most attractive fields. There are two methods for automatic novel generation. One is the method that directly utilizes existing stories extracted from the original novel. The other is the method that generate novels based on statistical information of sentences in the original novels. However, there has been the problem that existing methods can generate only novels imitating the original novels of worst quality rather than original ones. In this paper, to solve this problem, we propose the semi-automatic story generation using the log data as a first step of the automatic novel generation. The user experiments are carried out to confirm the effectiveness of the proposed method.

1. はじめに

近年、小説の自動生成は人工知能や自然言語処理の分野でチャレンジングな問題として大きな関心を集めており、小説の自動生成を目指したプロジェクト [1] や小説の自動生成手法に関する研究 [2][3][4] が数多くなされている。

しかしながら、どちらの手法においても自動生成に利用した既存の小説への依存度が高く、生成結果が利用した小説の劣化版になりがちという問題点がある。これは従来既存の文やストーリーを計算機上でそのまま再利用するとして「計算機で小説を創作する」という視点から小説の自動生成を考えてきたことに原因があると考えられる。

以上の点より、本研究では計算機が主体となって小説を創作するとして「計算機が自発的に小説を創作する」という新たな視点で小説の自動生成を捉え、既存の小説を利用しない小説の自動生成を最終目的とする。その前段階として「計算機と小説を創作する」という中間の視点から捉え、Multi-Agent System (MAS) を Agent-Based Simulation (ABS) により生成したログデータを用いてストーリーを半自動生成する手法を提案する。また、ユーザ実験により生成されたストーリーおよび小説を解析することで既存の小説を利用しない創発的なストーリーおよび小説の自動生成手法について考察する。

以下に本研究の構成を示す。第 2 章で本研究で取り扱う各用語について定義を示し、第 3 章で提案手法について示す。第 4 章で提案手法の動作実験について結果と考察を示し、最後に第 5 章でまとめと今後の課題について述べる。

2. 定義

「小説」や「ストーリー」が数多くの意味を持つ抽象的な単語であるため、本研究では「小説」および「ストーリー」を以下のように定義する。

小説 各登場人物や登場アイテムの時系列に沿った一連の状態変化を、動作を表す動作文や周囲の状況を説明する状況説

明文、内面の心情を表す心情説明文のような多種多様な文で言語化したものを小説と定義する。

ストーリー 小説のうち、各登場人物や登場アイテムの一連の状態変化を動作文のみで言語化したものをストーリーと定義する。ここで、動作文を「誰が」、「誰に」、「いつ」、「どこで」、「何を」、「結果」という 6 種類の要素を持つ文と定める。

3. 提案手法

本研究では「計算機と小説を創作する」という中間の視点から研究を捉え、Multi-Agent System (MAS) を用いた Agent-Based Simulation (ABS) により生成されたログデータから小説のストーリーを半自動生成する手法を提案する。ログデータについては ABS 以外でも数値シミュレーションの結果やアプリケーションの利用履歴など任意のものを用いることができるが、今回は親和性が高い ABS によるログデータを使用した。

3.1 提案手法のアルゴリズム

以下に提案手法のアルゴリズムを示す。それぞれ 1. ~ 4. について 3.2 ~ 3.5 で詳述する。

- 1. ログデータの生成** MAS を用いた ABS によりログデータを生成する。ステータスログとゲームログという 2 種類のログデータを生成する。
- 2. イベントの生成** 生成されたゲームログからストーリーを構成するイベントを生成する。
- 3. ストーリーベクトルの生成** 生成されたイベントとステータスログからストーリーをベクトル形式で表したストーリーベクトルを生成する。
- 4. ストーリーの生成** 生成されたストーリーベクトルを用いて人手でストーリーを生成する。

この手法では、ストーリーベクトルの生成までの部分を計算機が自動生成し、ストーリーの生成の部分を人手により半自動生成する。ここで、ストーリーベクトルの生成までの部分を計算機パートと呼び、ストーリーの生成の部分をユーザパートと呼ぶこととする。

連絡先: 福田 清人, 大阪府立大学工学研究科, 〒 599-8531
大阪府堺市中区学園町 1 - 1, 072-254-9273, E-mail:
fukuda@ss.cs.osakafu-u.ac.jp

3.2 ログデータの生成

はじめに, MAS を用いた ABS によりログデータを生成する. ログデータの生成には提案手法のために実装した MAS を用いる.

3.2.1 ログデータの種類

生成されるログデータにはゲームログとステータスログという 2 種類のログデータが存在する. 以下にそれぞれについて示す.

ゲームログ ABS においてエージェントが特定の行動をするたびに, ターン, シーン, 主体となるエージェントの名前, 客体となるエージェントの名前, 行動の種類, 行動番号, 行動による友好度の変化量, 行動による感情の変化量 という 8 種類のデータをゲームログとして取得する.

ステータスログ 各ターンの終了時にターンと全エージェントの全パラメータをステータスログとして取得する.

3.2.2 MAS のアルゴリズム

以下に実装した MAS のアルゴリズムについて示す. ここで, 平均が μ , 分散が σ^2 の正規乱数を $N(\mu, \sigma^2)$ とする.

1. フィールドサイズを $x_{\max} \times y_{\max}$, 最大ターン数を t_{\max} , 参加エージェント数を n_p , 役割数を n_r , 行動番号を n_a とする.
2. 環境エージェントを生成する. 環境エージェントは位置 x, y におけるシーン名 s_{xy} およびその位置での環境が状態変化に与える影響を表す $b_{xy}, \beta_{xy,t}$ をパラメータとして持つ. ここで, 環境値 b_{xy} は -1 か 1 の 2 値であり, 環境値 $\beta_{xy,t}$ は $-15 \leq \beta_{xy,t} \leq 15$ を満たす実数である. また, 環境値の初期値 $\beta_{xy,0}$ は $-10 \leq \beta_{xy,0} \leq 10$ を満たす実数と定める.
3. 参加エージェントを n_p 体生成する. 各エージェントは名前, 位置 x_t, y_t , 性別 m , 小説における役割 r , 各エージェントに対する友好度 $F_t = \{f_{1,t}, f_{2,t}, \dots, f_{n_p,t}\}$, 各エージェントに対する告白フラグ $L = \{\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_{n_p}\}$, 感情 $E_t = \{e_{1,t}, e_{2,t}\}$ をパラメータとして持つ. 友好度 $f \in F$ は $0 \leq f \leq 100$ を, 感情 $e \in E$ は $-100 \leq e \leq 100$ をそれぞれ満たす実数であり, 性別 m および告白フラグ $\ell \in L$ は 0 か 1 の 2 値, 役割 r は $0 < r \leq n_r$ を満たす自然数である. また, それぞれ $25 \leq f_0 \leq 75, -25 \leq e_0 \leq 25$ である. ここで, 参加エージェント集合を P とする.
4. ターン $t = 0$ とし, t における未行動のエージェント集合を P_t , 行動済みのエージェント集合を P'_t とする.
5. $P_t = P, P'_t = \Phi$ とする.
6. P_t からランダムにエージェントを 1 体選択し, i とする. $P_t = P_t \setminus i$ とし, $P'_t = P'_t \cup i$ とする.
7. エージェント i を, 各エージェントがあらかじめ持っている目標位置に向かって, 目標位置との距離が小さくなるようムーア近傍のいずれかに移動させる. 目標位置まで移動すると, 次の目標位置を再設定する.

8. 自身以外のエージェントからランダムに 1 体選択し, j とする. エージェント i のエージェント j に対する友好度 $f_{j,t}^i$ および感情 $e_t^i \in E_t^i$ を以下の式に従って更新する. これは時間経過によって各エージェントに対する関心がなくなり, 友好度や感情が一定の値に収束していく心理的な影響を表現するためである. ここで $T_{\text{fri}}, T_{\text{emo}}$ は友好度時間経過率および感情時間経過率とする.

$$f_{j,t}^i = f_{j,t}^i - \frac{|N(0, 1)| \times b_{xy}^i (f_{j,t}^i - 50)}{T_{\text{fri}}} \quad (1)$$

$$s.t. \{j | j \neq i, j \in P\}$$

$$e_t^i = e_t^i - \frac{|N(0, 1)| \times b_{xy}^i e_t^i}{T_{\text{emo}}} \quad (2)$$

9. エージェント i のノイマン近傍に他のエージェントが存在すれば, その中からランダムにエージェントを選択して k とする. 存在しなければ 12. へ.
10. エージェント間の相互作用として, エージェント k のエージェント i に対する友好度 $f_{i,t}^k$ および感情 $e_{1,t}^k, e_{2,t}^k$ を以下の式に従って更新する. エージェント間の相互作用に対してゲームログを保存し, $n_a = n_a + 1$ とする. ここで $I_{\text{fri}}, I_{\text{emo}}$ は友好度相互作用率および感情相互作用率とする.

$$f_{i,t+1}^k = f_{i,t}^k + \Delta f_{i,t}^k \quad (3)$$

$$e_{1,t+1}^k = e_{1,t}^k + \Delta e_{1,t}^k \quad (4)$$

$$e_{2,t+1}^k = e_{2,t}^k + \Delta e_{2,t}^k \quad (5)$$

$$\Delta f_{i,t}^k = |N(0, 1)| \times b_{xy}^k d_{i,t}^k + \beta_{i,t}^k \quad (6)$$

$$d_{i,t}^k = \frac{2f_{i,t}^k + f_{i,t}^i}{I_{\text{fri}}} + \frac{e_{1,t}^k (e_{2,t}^k + 100)}{I_{\text{emo}}} \quad (7)$$

$$\Delta e_{1,t}^k = |N(0, 1.5^2)| \times \Delta f_{i,t}^k \quad (8)$$

$$\Delta e_{2,t}^k = N(0, 1.5^2) \times |\Delta f_{i,t}^k| \quad (9)$$

11. 10. で得られた $\Delta f_{i,t}^k$ または, エージェントを入れ替えた $\Delta f_{k,t}^i$ が閾値 h を超えていれば, エージェント i およびエージェント k はそれぞれエージェント k およびエージェント i に対する告白フラグを 1 ならば 0, 0 ならば 1 へと変化させる.

12. $P_t \neq \Phi$ であれば, 6. へ.

13. P'_t からランダムにエージェントを 1 体選択し, p とする. エージェント p のノイマン近傍に他のエージェントが存在すればランダムに 1 体選択し, p' とする. エージェント p のエージェント p' に対する告白フラグ $\ell_{p'}^p$ が 1 であれば, 告白確率 R で p が p' に告白する. 告白は告白成功率 R_{suc} で成功する. 告白すれば成功してもしなくてもゲームログを保存し 15. へ. 告白しなければ $P'_t = P'_t \setminus p$ とする. 告白確率 R および告白成功率 R_{suc} は以下の式で表される.

$$R = \frac{|f_{p',t}^p - 50|}{100} \quad (10)$$

$$R_{\text{suc}} = \begin{cases} \frac{0.8 f_{p',t}^p + 0.2 \alpha}{200} & (m^p = m^{p'}) \\ \frac{0.8 f_{p',t}^p + 0.2 \alpha}{100} & (m^p \neq m^{p'}) \end{cases} \quad (11)$$

$$\alpha = \frac{e_{1,t}^{p'} \times e_{2,t}^{p'}}{100} \quad (12)$$

14. $P_t \neq \Phi$ であれば, 13. へ.
15. 環境が状態変化に与える影響は時間によって常に化する. そのため, 環境エージェントの環境値 $\beta_{xy,t}$ を以下の式に従って更新する. ここで a_{env} を環境変動周期とする.

$$\beta_{xy,t+1} = \beta_{xy,0} + 5 \sin\left(\frac{2(t+1)\pi}{a_{env}}\right) \quad (13)$$

16. $t = t + 1$ としてステータスログを保存する. $t \geq t_{max}$ ならば ABS を終了する. そうでなければ 5. へ.

3.3 イベントの生成

得られたゲームログをそのまま用いてストーリーベクトルを生成してしまうと, 同一の行動を連続して行ってしまうなど, 不自然なストーリーになってしまう. そこで, 今回はゲームログを圧縮することでイベントを生成する. 以下に圧縮によるイベントの生成アルゴリズムを示す.

1. 得られたゲームログ集合を G とする.
2. G から, 連続した同一のシーン名で取得されたゲームログを抽出し G' とする.
3. G' を客体および主体となるエージェントの名前と行動の種類が同一のゲームログをそれぞれ新たなゲームログ集合に分割し, 分割されたゲームログ集合からそれぞれ新たなゲームログを 1 つ生成する. 生成されたゲームログにおいて, ターン, シーン名および行動番号はターンの値が小さいゲームログのものとし, 友好度の変化量および感情の変化量は生成に用いるすべてのゲームログの和とする.
4. $G = G \setminus G'$ とし, $G \neq \Phi$ であれば 2. へ.
5. 3. で生成されたゲームログをイベントとして取得する.

3.4 ストーリーベクトルの生成

イベントから直接ストーリーを生成することは困難であるため, イベントとステータスログからストーリーベクトル \mathbf{s} を生成し, ストーリーベクトル \mathbf{s} からストーリーを生成する. 以下にストーリーベクトルの生成アルゴリズムを示す.

1. 主体となるエージェントを i , 客体となるエージェントを j とし, イベントからターン t , 行動番号 n_a , エージェント j の位置 $x_{j,t}, y_{j,t}$, 友好度の変化量 Δf_t , 各感情の変化量 Δe_t を取得する. また, ステータスログから t におけるエージェント i, j の性別 m^i, m^j , 役割 r^i, r^j , エージェント j, i に対する友好度 $f_{j,t}^i, f_{i,t}^j$ および感情 $e_{i,t}^i, e_{i,t}^j$ を取得する.
2. ストーリーベクトル \mathbf{s} を以下のように定義する.

$$\mathbf{s} = \left(t, n_a, m^i, m^j, r^i, r^j, x_{j,t}, y_{j,t}, \Delta f_t, f_{j,t}^i, f_{i,t}^j, e_{i,t}^i, e_{i,t}^j, e_{1,t}^i, e_{2,t}^i, \Delta e_{1,t}, \Delta e_{2,t} \right) \quad (14)$$

3.5 ストーリーの生成

本研究では, ストーリー生成に必要な「誰が」, 「誰に」, 「いつ」, 「どこで」, 「何を」, 「結果」という 6 種類の要素のうち「誰が」, 「誰に」, 「いつ」, 「どこで」, 「結果」という 5 種類の要素をストーリーベクトルから自動生成し, 「何を」という要素を手で生成することでストーリーを生成する. 以下にストーリーの生成アルゴリズムを示す.

1. ストーリーベクトル \mathbf{s} の要素 t をストーリーの「いつ」と対応させる.
2. エージェント i の名前およびストーリーベクトル \mathbf{s} の要素 m^i, r^i をストーリーの「誰が」に, エージェント j の名前およびストーリーベクトル \mathbf{s} の要素 m^j, r^j をストーリーの「誰に」と対応させる.
3. ストーリーベクトル \mathbf{s} の要素 $x_{j,t}, y_{j,t}$ を取得し, シーン名 $s_{x_{j,t}y_{j,t}}$ を「どこで」と対応させる.
4. ストーリーベクトル \mathbf{s} の要素 Δf_t を取得し, 友好度の変化 w_f を「結果」と対応させる. ここで, w_f は以下のように表される.

$$w_f = \begin{cases} \text{“とても上がる.”} & (\Delta f_t > 20) \\ \text{“上がる.”} & (0 < \Delta f_t \leq 20) \\ \text{“下がる.”} & (-20 \leq \Delta f_t < 0) \\ \text{“とても下がる.”} & (\Delta f_t < -20) \end{cases}$$

5. ストーリーベクトル \mathbf{s} の要素 $f_{j,t}^i, f_{i,t}^j, e_{1,t}^i, e_{2,t}^i, e_{1,t}^j, e_{2,t}^j, \Delta e_{1,t}, \Delta e_{2,t}$ を取得し, 行動時の友好度 $w_{f,t}^i, w_{f,t}^j$ および行動による感情変化 $\Delta w_{e,t}^i, \Delta w_{e,t}^j$ を取得する. ここで, 行動時の友好度 $w_{f,t}$ および行動による感情変化 $w_{e,t}$ は以下のように表される. 感情が弱く, 「喜」「怒」「哀」「楽」のいずれでもない場合を空文字列「」と表現する.

$$w_{f,t} = \begin{cases} \text{“high”} & (f_t \geq 70) \\ \text{“normal”} & (30 < f_t < 70) \\ \text{“low”} & (f_t \leq 30) \end{cases}$$

$$\Delta w_{e,t}^i = w_{e,t}^i \rightarrow w_{e',t}^i$$

$$\Delta w_{e,t}^j = w_{e,t}^j \rightarrow w_{e',t}^j$$

$$w_{e^k,t} = \begin{cases} \text{“喜”} & (e_{1,t}^k > 0, e_{2,t}^k > 0) \\ \text{“怒”} & (e_{1,t}^k < 0, e_{2,t}^k > 0) \\ \text{“哀”} & (e_{1,t}^k < 0, e_{2,t}^k < 0) \\ \text{“楽”} & (e_{1,t}^k > 0, e_{2,t}^k < 0) \\ \text{“”} & (\textit{otherwise}) \end{cases}$$

$$w_{e^k,t}' = \begin{cases} \text{“喜”} & (e_{1,t}^k + \Delta e_{1,t} > 0, e_{2,t}^k + \Delta e_{2,t} > 0) \\ \text{“怒”} & (e_{1,t}^k + \Delta e_{1,t} < 0, e_{2,t}^k + \Delta e_{2,t} > 0) \\ \text{“哀”} & (e_{1,t}^k + \Delta e_{1,t} < 0, e_{2,t}^k + \Delta e_{2,t} < 0) \\ \text{“楽”} & (e_{1,t}^k + \Delta e_{1,t} > 0, e_{2,t}^k + \Delta e_{2,t} < 0) \\ \text{“”} & (\textit{otherwise}) \end{cases}$$

6. 1. から 4. で対応させたストーリーの各要素および, 5. で得られた行動時の友好度と行動による感情変化をユーザに提示する. ユーザはそれらを考慮して「何を」に対応した行動を生成する. 行動はあらかじめ用意された選択肢の中から選択する.

4. 動作実験

動作実験として提案手法を用いてストーリーを生成し, 生成されたストーリーから実際に小説を手により生成した. 生成されたストーリーおよび小説を考察することで提案手法の有効性と問題点について確認する.

ターン:179	lectureBでヒロがユウを無視する。その結果、ユウのヒロに対する友好度が下がる。
ターン:323	lectureAでユウがカナに教科書を見せる。その結果、カナのユウに対する友好度が上がる。
ターン:423	clubroomでカナがヒロと話をする。その結果、ヒロのカナに対する友好度が上がる。
ターン:423	clubroomでヒロがカナの課題を手伝う。その結果、カナのヒロに対する友好度が上がる。
ターン:432	lectureAでユウがヒロにルーズリーフをあげる。その結果、ヒロのユウに対する友好度が上がる。
ターン:433	lectureAでヒロがユウの前で居眠りを始める。その結果、ユウのヒロに対する友好度が上がる。
ターン:467	lectureAでカナがヒロと一緒に勉強する。その結果、ヒロのカナに対する友好度が上がる。
ターン:484	lectureAでヒロがカナと一緒に勉強する。その結果、カナのヒロに対する友好度が上がる。
ターン:485	lectureAでカナがヒロと同じ授業をサボる。その結果、ヒロのカナに対する友好度がとても下がる。
ターン:485	lectureAでカナがヒロに告白して成功する。

図 1: 生成されたストーリーの例

表 1: 実験条件

$x_{\max} \times y_{\max}$	120 × 120
エージェント数 n_p	3
役割数 n_r	3
エージェント名	ヒロ, カナ, ユウ
性別	Man, Woman, Man
役割	Hero, Heroine, Rival
各種パラメータ	$t_{\max} = 6000, h = 30$ $T_{\text{fri}} = 200, T_{\text{emo}} = 500$ $I_{\text{fri}} = 15, I_{\text{emo}} = 500$ $a_{\text{env}} = 200$

表 2: ストーリー生成の難易度の評価値

ユーザ	ストーリー生成の難易度
A	4
B	4
C	4
D	2
E	4
平均	3.6

4.1 実験条件

表 1 に実験条件を示す。以下の手順に従い、被験者に対して実験する。被験者は小説の執筆経験がある 20 代の男女 5 名 (ユーザ A ~ ユーザ E) とした。

1. 提案手法の計算機パートでストーリーベクトルを生成する。
2. 1. で生成されたストーリーベクトルを用いて各被験者が提案手法のユーザパートでストーリーを生成する。ストーリーの生成後、各被験者にストーリー生成の難易度を 1 (容易) ~ 5 (困難) の 5 段階評価で評価してもらう。また、提案手法について聞き取り調査する。
3. 各被験者に 2. で自身が生成したストーリーから小説を生成してもらう。
4. 2, 3. で生成されたストーリーおよび小説について考察する。

4.2 結果と考察

表 2 にストーリー生成の難易度の評価値を、図 1 に生成されたストーリーの例を示す。生成された小説については紙面の関係上割愛する。表 2 を見ると、ストーリー生成の難易度の平均は 3.6 であった。このことから、小説の執筆経験がある人間にとっても提案手法を用いてストーリーを生成することは困難であることが分かった。また、聞き取り調査において「選択できる行動の種類が少ない」などの意見が得られた。これらのことから、汎用性の高い行動から特別な場合にのみ選択するような行動まで、多種多様な行動を用意することでストーリー生成の難易度を下げることが必要だと考えられる。また「登場人物の設定が分からない」という意見もあり、ストーリーの自動生成には各登場人物の詳細な設定を何らかの方法で与えることが必要であると思われる。

生成された小説に関して、すべての被験者がほぼ同一の設定や世界観で小説を生成している。また、今回は小説を生成して

もらう際に文長以外の制約を与えなかったため、各被験者が書きやすい設定や世界観を用いて小説を生成したと考えられる。これらのことから、ストーリーに対して小説生成が容易な設定や世界観が個人に依存せず存在していると思われる。

5. まとめと今後の課題

本研究ではログデータを用いた小説の自動生成を最終目標とし、その前段階としてログデータを用いたストーリーの半自動生成手法を提案した。また動作実験により提案手法の有効性と問題点を確認した。

今後の課題として行動の選択肢を自動生成することや行動の選択モデルを構築してストーリーを自動生成することなどが挙げられる。

なお、本研究は一部、日本学術振興会科学研究補助金基盤研究 (C) (課題番号 26330282) の補助を得て行われたものである。

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, 第 27 回人工知能学会全国大会, 2D1-1 (2013)
- [2] 香山卓, 角薫: 星新一の物語を利用したユーモアのある物語生成システムの考察, 第 28 回人工知能学会全国大会, 1C2-OS-14a-4 (2014)
- [3] 緒方健人, 佐藤理史, 駒谷和範: 模倣と置換に基づく超短編小説の自動生成, 第 28 回人工知能学会全国大会, 1C3-OS-14b-2 (2014)
- [4] 今淵祥平, 小方孝: プロップ理論を包括するストーリー生成機構の開発の現状と課題, 第 28 回人工知能学会全国大会, 2F4-OS-01a-3 (2014)