

物語生成システムにおける感情を持ったNPCの 動作の適切さの検証

大野 陽介[†], 鴨崎 真直^{††}, ラック ターウォンマツト[†]

[†] 立命館大学大学院理工学研究科

^{††} 立命館大学工学部

本研究では事例ベースプランニングを用いて物語を生成するシステムを、先行研究の OPIATE システムを基に開発を行っている。先行研究ではキャラクターの役割と動作に対する適切さからストーリーの適切さを計算しており、動作の適切さは行動が可能かどうかの 2 進の値で判断される。本研究では、欲求と感情から動作を選択する EMAI エージェントを利用することで動作の適切さを連続値で得ることを提案し、被験者実験により EMAI を組み込んだ NPC が適切な動作をするかどうかを検証する。

Verification of behavioral suitability of emotional NPCs in a story generation system

Yousuke Ono[†] Masanao Kamozaki^{††} Ruck THAWONMAS[†]

[†] Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University

^{††} College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

In our research, we aim at implementation of a system that generates a story by using case based planning based on a previously proposed system called OPIATE system. In the OPIATE system, the suitability of a story is calculated based on the role suitability and the behavioral suitability. The latter has a binary value indicating whether or not a character of interest can perform a given behavior. In this paper, we propose use of an EMAI agent, who selects a behavior from its desire and emotion, for implementing a non-player character (NPC) in order to obtain the behavioral suitability in continuous form. A subject experiment is conducted for validating the behavioral suitability of the EMAI-type NPC.

1 はじめに

物語は文学、芸術、娯楽、芸能等のメディアを通し、様々な形で社会に影響を与えている。近年では、物語構造に注目した情報学的な研究も行われている。

物語構造の研究の一つに OPIATE システム¹⁾ ²⁾ ³⁾ がある。OPIATE システムはオンラインゲームにおける物語構造に注目して動的に物語生成を行うモデルを有し、現在のオンラインゲームの主流である単一な物語生成モデルに比べ柔軟性に富んだものとなっている。

この物語生成モデルは、事例ベースプランニングを用いる。あらかじめ存在するケースから現在のゲーム世界の状態に最も合ったケースを選びノ

ンプレイヤーキャラクタ (NPC) に行動目的を与える。そして行動目的を与えられた NPC がイベントを起こすことによって物語が展開していく。ケースの決定には役割の適切さと動作の適切さが考慮されている。

本論文では OPIATE システムを基とした物語生成システムを使用し、ケースの適切さの決定要因である感情に焦点を当て、感情の有無による NPC の動作の違いに注目し動作の適切さの検証を行う。

2 物語生成システム

OPIATE システムはプロップによる物語の構造論⁴⁾ を利用した物語生成システムである。プロップは物語を構成する 31 の機能を提唱し、登場人物

に7つの役割を割り振った。

2.1 ケースの適切さ

OPIATE システムではケースの適切さを式1で求めている³⁾。

$$S_n = \left(\sum_{i=1}^{L_n} (W_r * S_{r_i}) + (W_a * S_{a_i}) \right) / L_n \quad (1)$$

S_n はケース n の適切さ、 L_n はケース n の機能の数、 W_r と W_a は役割と動作におかれた相対的な重み、 S_{r_i} と S_{a_i} は機能 i における現在の役割と動作の適切さである。ここで動作の適切さは機能によって与えられた行動をそのキャラクターができるか否かの2進の値を動作の数足したものであり、キャラクターが実行できる動作の数となる。

2.2 システムの問題点と解決策

上記の計算式では決定したケースの中にNPCが実行できない動作が含まれていることがある。実行できない動作を含むケースを選択した場合を失敗とすると、以前に我々が実施した実験⁵⁾では失敗確率が60%を超えることがあるという結果が出た(図1)。図1の横軸は、0を基準としたNPCのプレイヤーに対する感情の持ちうる範囲である。つまり、1ならばNPCはプレイヤーに対して-1から1までの範囲内の感情の値を、2ならば-2から2までの範囲内の感情の値を持っていると言う意味である。

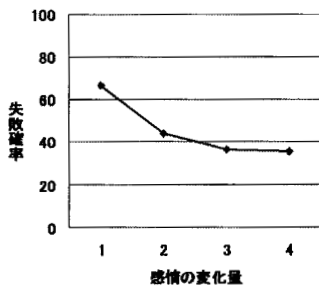


Fig. 1 感情の変化量と失敗確率の関係

この問題を解決する最も簡単な方法は、ケースの適切さを計算する前に実行できない動作を含むケースを取り除くことである。しかしその場合、実行可能な動作は本当に適切な動作なのかという疑問が出てくる。

本論文では、動作の適切さがある基準をもって計算することを提案する。そして、その基準をもって動作を決定するエージェントと、実行可能な動作の中からランダムに動作を決定するエージェントとを比較する。本実験では動作を決定する基準としてEMAI^{6) 7) 8)}を使用する。

3 EMAI

EMAI エージェントは自分の内部の欲求と、外部に対する感情から行動を決定するエージェントである。

3.1 システム概要

EMAI 構造はエージェントの意思決定と予測可能な行動を感情により処理するメカニズムである(図2、⁸⁾より引用)。2つのタイプの感情をEMAI構造では使用している。1つ目の感情は、EMAIの動機付けに使用する。これはエージェントの食欲、睡眠欲などの内部状態を表す。

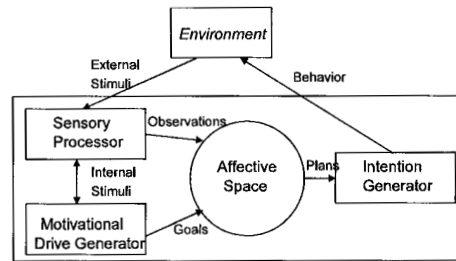


Fig. 2 EMAI エージェント アーキテクチャ

2つ目の感情は、物や他のエージェント、時間、状況に対する感情である。これは幸福や怒り、悲しみなどの感情を含んでおり、スミスとエルズワースのモデルに基づいて6つの評価次元によって構成された6次元空間で定義される。スミスとエルズワースの心理学的なモデル⁹⁾に基づく感情空間は「喜び (Pleasantness)」と「努力 (Effort)」, 「確実性 (Certainty)」, 「活発 (Attention)」, 「責任感 (Responsibility)」, 「自制心 (Control)」の6次元に関して15の感情(幸福、悲しみ、怒り、退屈、挑戦、望み、恐怖、関心、軽蔑、嫌気、フラストレーション、驚き、プライド、恥、および有罪)を定義している。図3(⁶⁾より引用)は横軸がPleasantness、縦軸がControlで構成された感情空間にこれら15の感情をプロットしたものである。

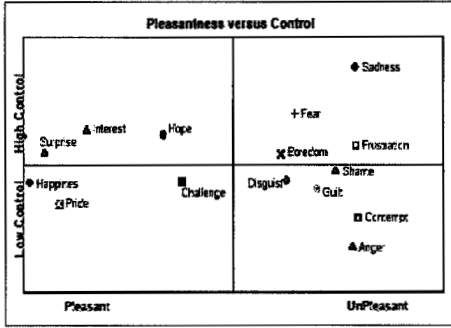


Fig. 3 スミスとエルズワースの心理学的なモデル

エージェントはセンサー部 (Sensory Processor) により外の情報を取得し、目標生成部 (Motivational Drive Generator) で動作目標を生成する。センサー部、目標生成部で生成した目標と感情から行動決定部 (Affective Space) で行動を決定し、アクション部 (Intention Generator) で行動を起こす。

3.2 感情について

3.2.1 感情プランニング

EMAI エージェントの行動はプランニングによって決定する。もし同じ目標を達成するプランが複数存在した場合、EMAI エージェントは感情によりプランを選択する。EMAI エージェントは感情をプランに関連づけるだけではなく、プランに伴われる要素を調べて、個々の感情的な重みをこれらの要素に割り当てる。出来事としてプランとその連想要素を関連付けを行う。

3.2.2 感情の連想

出来事は動作、物、文脈、時間の4つの要素を持っていると定義し、式2のように表せる。

$$E = \{a, o, c, t\} \quad (2)$$

a が動作で、 o は a に関係しているオブジェクトで、 c は a が行う背景や状況で、 t は a が起こる時間である。

出来事 E における各要素 e において、感情の状態は式3と定義される。

$$\Omega_e = \{P_e, E_e, C_e, A_e, R_e, O_e\} \quad (3)$$

式3にある変数は、第3.1章に述べた感情空間を

構成する次元に対応し、変数名はその頭文字からとる。ただし、自制心 (Control) は O で表される。

出来事 E の結果に基づいて、エージェントは重みをそれぞれの要素の感情の状態に割り当てる。この重みは、要素が出来事の結果にどのくらいの影響を持っているかを表す。したがって、出来事 E から生じる感情的な状態は式4のようにかける。

$$\Omega_{E,t} = \sum_{e=1}^n W_{e,t} \Omega_{e,t} \quad (4)$$

n は出来事 E に連想された要素の数である。

出来事が終了すると、その結果によって起こされたエージェントの感情の変化によって出来事の感情の状態を更新する。 $\Omega_{O,t+1}$ は出来事が起こった後のエージェントの感情の状態を表し、スミスとエルズワースの定義した15の感情に対応する。

出来事の後にそれぞれの評価次元 (P, E, C, A, R, O) の値を更新することで、エージェントの感情に変化が起こる。

出来事の感情の状態の変化は式5を使って計算される。

$$\Delta \Omega = \Omega_{O,t+1} - \Omega_{E,t} \quad (5)$$

これを計算した後に、式6として出来事 E における各要素の感情の状態を更新する。

$$\Omega_{e,t+1} = \Omega_{e,t} + W_{e,t+1} \Delta \Omega \quad (6)$$

出来事の結果として起こる感情の状態が出来事の起こる前の状態と同じであるなら、出来事における各要素の状態は変化しない。

4 動作の適切さの検証

EMAI を組み込んだ NPC の動作の適切さを検証するために、本研究室で開発しているオンラインゲームである The ICE を使用した。The ICE に EMAI を組み込んだ NPC を作成し、被験者にこの NPC を評価してもらった。

4.1 The ICE

The ICE とは本研究室で開発している独自のオンラインゲームである。図4に The ICE のシステムの基本的な構成を示す。

4.2 実験内容

The ICE に2種類の NPC をペット NPC として実装し、被験者にこれら进行评估してもらった。実装

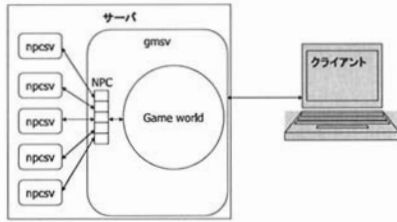


Fig. 4 The ICE のシステム構成

した NPC は、ランダムで行動を選択する NPC と、EMAI により感情によって行動を選択する NPC の 2 種類である。被験者にはミッションを与え、その中で NPC の動作が適切かどうかを評価してもらった。図 5 は被験者実験の様子である。

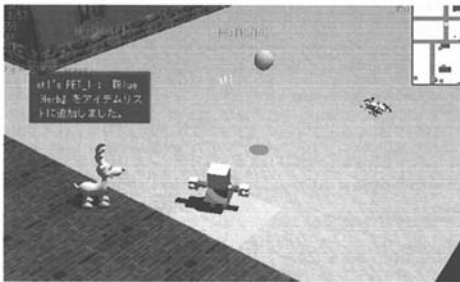


Fig. 5 被験者実験の様子

4.2.1 ミッション

ミッションの内容はペット NPC と共にモンスターを倒してアイテムを集めるというものである。モンスターは倒されるとアイテムを落とすが、アイテムはペット NPC にしか拾うことができない。また、ペット NPC の攻撃はモンスターに対して高いダメージを与えられるようになっており、ペット NPC とコミュニケーションをすることで効率よくミッションを攻略できるようになっている。

4.2.2 ペットとのコミュニケーション

被験者はミッションを攻略する上でペット NPC とコミュニケーションをとる必要がある。ペット NPC とのコミュニケーションの方法は以下の 2 通りである。

- エモーション

被験者はペット NPC の行った行動に対してエモーションをすることができる。エモーションは、「楽し

い」「悲しい」「怒り」「恐怖」「嫌気」「驚き」の 6 種類であり、エモーションを受け取った後の NPC の感情はそれぞれ「Happy」「Sad」「Anger」「Fear」「Disgust」「Surprise」の感情に対応する。これらのエモーションを受け取ることで、ペット NPC は直前に行った行動に対する感情をそれぞれのエモーションに対応する感情に近づくように更新する。EMAI を組み込まれたペット NPC の目的的感情は「Happy」なので、「Happy」に近づくように更新された行動をよくするようになり、それ以外の感情に近づくように更新された行動はしなくなる。

- 命令

被験者は命令を出すことでペット NPC に強制的にある行動をさせることができる。命令する行動とは、プレイヤーにとって「Happy」な行動であり、その直前にペット NPC がしていた行動は「Happy」ではない行動である。EMAI を組み込まれたペット NPC はプレイヤーに「Happy」の評価をもらうために行動しているので、命令を受け取った場合、NPC はその行動に対する感情を「Happy」で更新し、直前にした行動に対する感情を「Happy」以外の感情で更新する。今回の実験ではこの感情を「Anger」とした。命令はチャットウィンドウにコマンドを入力することによって出すことができる。

4.3 実験手順

実験は被験者を 2 グループに分けて行った。被験者は本学情報理工学部知能情報学科 2, 3 年生 19 歳～22 歳 (平均 20 歳) の男性 15 人、女性 9 人の計 24 名である。第 1 グループは先に EMAI を組み込んだペット NPC と共にミッションを行った後、ランダムに行動を選択するペット NPC を与えてミッションを行った。逆に第 2 グループは先にランダムに行動を選択するペット NPC を与えてミッションを行った後、EMAI を組み込んだペット NPC と共にミッションを行った。ミッションを 2 回行った後に、アンケートによってそれぞれの NPC について評価してもらった。

4.4 EMAI の構造

NPC は状態リストを持っており、現在の周りの状態を格納する。各状態にはそれぞれその状態の時の各動作に対する感情が格納されており、エモーションや命令を受け取ることで各状態の感情の値を更新する。NPC は現在の状態の中で、動作に対

する感情が目的の感情に最も近い動作を選択し実行する。

今回の実験では、目的の感情とプレイヤーに対する初期感情を「Happy」とした。また、各出来事 E の要素を動作とプレイヤーに対する感情の2つで構成し、出来事後のエージェントの感情は、出来事によってもたらされたプレイヤー・エージェント間のコミュニケーションにおけるプレイヤーのエージェントに対する感情に応じて決定する。

感情の値はスミスとエルズワースのモデルより表1に示す値で設定した。また、出来事 E の要素数が2つであるため、式4（または式6）における各要素の重み $W_{e,t}$ （または $W_{e,t+1}$ ）は定数とし、0.5に設定した。

Table 1 感情モデル

	喜び	責任感	確実性	活発	努力	自制心
Happy	-1.46	0.09	-0.46	0.15	-0.33	-0.21
Sad	0.87	-0.36	0	-0.21	-0.14	1.51
Anger	0.85	-0.94	-0.29	0.12	0.53	-0.96
Fear	0.44	-0.17	0.73	0.03	0.63	0.59
Disgust	0.38	-0.5	-0.39	-0.96	0.06	-0.19
Surprise	-1.35	-0.97	0.73	0.4	-0.66	0.15

本実験ではNPCの状態は7種類とした。以下にNPCの状態を示す。

- ・プレイヤーが近くにいない
- ・敵が近くにいる
- ・敵を倒した（捨えるアイテムが近くにある）
- ・アイテムを拾った（アイテムを持っている）
- ・エモーションを受け取っている
- ・命令を受け取っている
- ・どれも無い

4.5 実装したNPC

ペットNPCの感情はエモーションを受け取った時と、命令を受け取ったときに更新する。また、命令された動作を優先的に行い、それ以外のときは現時の状態の中で最も目的状態に近い動作を行う。EMAIを組み込んだNPCとランダムに行動を決定するNPCとの違いは、状態リストから行動を決定する部分が、EMAIによって決定しているのかランダムに決定しているのかの違いである。

NPCが行う動作は16種類である。動作の一覧

及び今回設定した動作に対する初期の感情を表2に示す。

Table 2 NPCの動作一覧

種類	内容	初期感情	種類	内容	初期感情
チャット	柔しい	Happy	移動	敵の近くへ	Sad
	慈しい	Sad		敵から逃げる	Fear
	怒	Anger		敵に向かって	Happy
	怖れ	Fear	アイテム	プレイヤーに	Anger
	嫌気	Disgust		向かって	
	驚	Surprise		ランダムに	Disgust
	敵の位置を	Disgust		捨てる	Happy
知らせる		プレイヤーに	Happy		
移動	プレイヤーの	Happy	関係	渡す	
	近くへ			捨てる	Anger

4.6 結果

ミッションを2回行った後アンケートに答えてもらった。アンケートの内容は以下の3つの質問に対して5段階評価で答えてもらうというものである。

質問1 ペットは状況に合った適切な行動をとっていたと思いますか？

質問2 ペットは感情を持って行動していたと思いますか？

質問3 ペットは人間らしい行動をしていると思いましたか？

アンケートの結果を表3に示す。数字は全体の平均の値である。アンケートの結果を有意水準5%のT検定¹⁰⁾にかけてみたところ質問1に関しては有意差があり、質問2、質問3に関しては有意差はないと言う結果が出た。以上のことから、EMAIを組み込んだNPCはランダムに行動を選択するNPCと比べて適切な行動をとっているという結果となった。しかし、感情を持っているかどうか、人間らしいかどうかという質問に関しては、EMAIを組み込んだNPCもランダムに行動を選択するNPCも違いはないという結果となった。

4.7 考察

4.7.1 質問1について

EMAIを組み込んだNPCは命令を受けとった行動を取りやすくなる。その結果、よく言うこと

Table 3 アンケートの結果

	EMAI	ランダム	T 検定の P 値
質問 1	3.667	2.208	0.00095878
質問 2	3.000	3.000	1
質問 3	2.750	2.375	0.273300479

を開き、状況に合った適切な動作をしていると判断したと思われる。それに対してランダムに動作を決定する NPC は、言うことを聞かず、適切な動作をしていないと判断された。これらのことから、動作の適切さを評価する基準として、その動作が実行可能かどうかの 2 進の値を使用するより、EMAI を使用の方が適当であると言える。

4.7.2 質問 2, 質問 3 について

EMAI を組み込んだ NPC は周りの状態が変化しない限り同じ行動を選択し続ける。その結果、感情を持っていて、人間らしい動作をしているとは判断されなかった。それに対して、ランダムに動作を選択する NPC はランダムな行動が「気まぐれ」と判断されることがあり、質問 2, 質問 3 に対して EMAI を組み込んだ NPC と同等以上の評価を得たと思われる。これらのことから、NPC は多少ランダムな行動をとった方が感情を持っており人間らしいと言える。

5 おわりに

本論文では NPC の動作の適切さと感情の値に着目し、物語生成システムの問題点を挙げ、解決策として動作の決定に EMAI を使用することを提案した。そして、被験者実験により EMAI が適切な動作の決定に有効であることを示すと共に、EMAI の問題点も明らかにした。今後は、感情や人間らしさを考慮しつつ、物語生成システムに EMAI を組み込んでいくと共に、物語生成システムにおいてケースの決定に重要な要素である、役割の適切さや、選ばれたケースの妥当性の検証をしていく必要がある。

参考文献

- 1) Chris R. Fairclough.: Story Games and the OPIATE System Using Case-Based Planning for Structuring Plots with an Expert Story Director Agent and Enacting them in a Socially Simu-

lated Game World. Doctoral Thesis, University of Dublin - Trinity College, October, 2004.

- 2) Chris R. Fairclough, Padraig Cunningham.: A MULTIPLAYER O. P. I. A. T. E. International Journal of Intelligent Games & Simulation, Vol. 3, No. 2, 54-61, August, 2004.
- 3) Chris R. Fairclough, Padraig Cunningham.: AI STRUCTURALIST STORYTELLING IN COMPUTER GAMES. Proceedings of CGAIDE 2004, November, 2004.
- 4) ウラジミール・ブロップ (著), 北岡誠司, 福田美智代 (訳): 昔話の形態学. 白馬書房, 1987 (原著 1928).
- 5) 大野陽介: 物語生成システムの The ICE への実装と新しいケース決定式の提案. 2006 年度 立命館大学 情報学科 卒業論文
- 6) Baillie-de Byl, P.: A Six Dimensional Paradigm for Generating Emotions in Virtual Characters. International Journal of Intelligent Games and Simulation, Vol 2, No. 2, pp. 72-79, 2003
- 7) Baillie, P.: The Synthesis of Emotions in Artificial Intelligences: An Affective Agent Architecture for Intuitive Reasoning in Artificial Intelligences, Ph.D Thesis, University of Southern Queensland. 2002
- 8) Baillie-de Byl, P.: Programming Believable Characters for Computer Games. Charles River Media, pp. 385-392, 2004
- 9) Smith, C. A. & Ellsworth, P.C.: Attitudes and Social Cognition, in Journal of Personality and Social Psychology. American Psychologists Association, Washington, vol. 48, no. 4, pp. 813-838. 1985
- 10) 二群の平均値の差の検定 (t 検定). <http://aoki2.si.gunma-u.ac.jp/lecture/Average/t-test.html>