AI システム

– プランナーのための AI システムの考察 –

2014 年 1 月 20 日 初版

板垣 衛

■ 改訂履歴

版	リリース	担当	改訂内容
初版	2014 年 1 月 20 日	板垣 衛	（初版）

■ 目次

■ 概略

RPG の村人のような NPC に対して、効果的で生産性の高い AI の管理方法について考察する。

プログラマーに限らず、プランナーにも向けた内容である。

■ 目的

本書は、ゲーム機のスペック向上に合わせ、雑踏シーンなどの雰囲気をより盛り立てるための大量 NPC 配置を考察する。

群衆の中にあって、外見に見合った個性的な行動を取らせるための設定を、プランナーが意図した通りに行えるようにすることを目指す。かつ、その生産性も現実的なものとする。

本書の目的としては、複雑な AI の処理を設計することではなく、「大量のキャラに対する AI の設定を、プランナーが分かり易く簡単に行えるようにすること」（そのような設計の土台を考案すること）であることを強調する。

■ 方法論

▼ 「知識ベース」の AI

プログラミング言語「Prolog」の「知識ベース」の手法を模倣し、シンプルな設定で柔軟性と拡張性を持った AI を構築する。

● 「Prolog」とは

まずは「Prolog」について説明する。

「Prolog」とは、「知識ベース」として「事実」と「ルール」を定義しておくと、「質問」に回答してくれる、プログラミング言語の一種（とされているもの）である。

以下、Prolog のサンプルを示す。細かい表記の説明等は割愛し、分かり易いように日本語で示す。（本来は小文字ならアトム＝固定値、大文字なら変数といった表記上のルールがあるので、Prolog のサンプルとしては若干逸脱している）

【サンプル①】

事実の定義：

```
人間(ソクラテス).              //事実：「ソクラテス」は「人間」
人間(プラトン).                //事実：「プラトン」は「人間」
人間(アリストテレス).          //事実：「アリストテレス」は「人間」
悪魔(メフィストフェレス).      //事実：「メフィストフェレス」は「悪魔」
```

ルールの定義：

```
死ぬ(X) :- 人間(X).      % ルール：「X」が「人間」なら、「X」は「死ぬ」
```

質問：

```
?- 死ぬ(ソクラテス).          % 質問：「ソクラテス」は「死ぬ」？
yes
?- 死ぬ(メフィストフェレス).  % 質問：「メフィストフェレス」は「死ぬ」？
no
?- 死ぬ(Who).                 % 質問：「死ぬ」のは「Who」？
Who = ソクラテス ;
Who = プラントン ;
Who = アリストテレス .
```

【サンプル②】

事実の定義：

```
好き(太郎, 寿司).       % 事実：「太郎」は「寿司」が「好き」
好き(次郎, ケーキ).     % 事実：「次郎」は「ケーキ」が「好き」
好き(三郎, 寿司).       % 事実：「三郎」は「寿司」が「好き」
好き(三郎, すき焼き).   % 事実：「三郎」は「すき焼き」が「好き」
好き(四朗, すき焼き).   % 事実：「四朗」は「すき焼き」が「好き」
```

ルールの定義：

```
友達(X, Y) :- \+(X = Y), 好き(X, Z), 好き(Y, Z).      % ルール：「X」と「Y」が同じではなく、
                                                      %         「X」が「Z」を「好き」で、
                                                      %         「Y」が「Z」を「好き」なら、
                                                      %         「X」と「Y」は「友達」
```

質問：

```
?- 好き(太郎, 寿司).     % 質問：「太郎」は「寿司」が「好き」？
yes
?- 好き(太郎, ケーキ).   % 質問：「太郎」は「ケーキ」が「好き」？
no
?- 好き(三郎, What).     % 質問：「三郎」が「好き」なのは「What」？
What = 寿司 ;
What = すき焼き .
?- 好き(Who, 寿司).      % 質問：「寿司」が「好き」なのは「Who」？
Who = 太郎 ;
Who = 三郎 .
?- 友達(太郎, 次郎).     % 質問：「太郎」と「次郎」は「友達」？
no
?- 友達(太郎, 三郎).     % 質問：「太郎」と「三郎」は「友達」？
Yes
?- 友達(三郎, 太郎).     % 質問：「三郎」と「太郎」は「友達」？
Yes
?- 友達(太郎, 太郎).     % 質問：「太郎」と「太郎」は「友達」？
no
?- 友達(次郎, Who).      % 質問：「次郎」と「友達」なのは「Who」？
no
?- 友達(三郎, Who).      % 質問：「三郎」と「友達」なのは「Who」？
Who = 太郎 ;
Who = 四朗 .
```

【サンプル③】

事実の定義：

```
父親(家康, 秀忠).        % 事実：「家康」は「秀忠」の「父親」
父親(秀忠, 家光).        % 事実：「秀忠」は「家光」の「父親」
父親(家光, 家綱).        % 事実：「家光」は「家綱」の「父親」
```

ルールの定義：

```
祖先(X, Y) :- 父親(X, Y).                 % ルール：「X」が「Y」の「父親」なら、「X」は「Y」の「祖先」
祖先(X, Y) :- 父親(X, Z), 祖先(Z, Y).     % ルール：「Z」が「Y」の「祖先」で、「X」が「Z」の「父親」なら、
                                          %       「X」は「Y」の「祖先」
```

質問：

```
?- 父親(家康, 秀忠).     % 質問：「家康」は「秀忠」の「父親」？
yes
?- 父親(家康, 家光).     % 質問：「家康」は「家光」の「父親」？
no
?- 祖先(家康, 秀忠).     % 質問：「家康」は「秀忠」の「祖先」？
yes
?- 祖先(家康, 家光).     % 質問：「家康」は「家光」の「祖先」？
yes
?- 祖先(家康, Who).      % 質問：「家康」が「祖先」なのは「Who」？
Who = 秀忠 ;
Who = 家光 ;
Who = 家綱 .
```

この他、Prolog には大きなデータを処理するための「リスト」（配列）もサポートしているが、そこまでの紹介は省略。

Prolog は、事実とルールに基づいて回答を得たい時に用いられる。交代勤務のシフト決めやパズルを解くといったことができる。Excel の「ゴールシーク」や「ソルバー」といった機能に近い。

● 「知識ベース」の活用

「知識ベース」は直感的に理解し易い。この性質を利用し、例えば、以下のような NPC の行動設定を設けると、分かり易く量産ができそうである。

サンプル：NPC 設定

```
・「ジェームズ」の設定：性別（男）、世代（子ども）、母親(メアリー)
・「ジョン」の設定：性別（男）、世代（青年）、所属（グループ A）
・「ロバート」の設定：性別（男）、世代（青年）、所属（グループ B）
・「メアリー」の設定：性別（女）、世代（おばさん）、好き（食べ物、にんじん）
```

サンプル：NPC 行動設定

```
・「性別（男）＋世代（子ども）」の行動設定：「母親（Who）」に「ついて行く」
・「所属（グループ A）」の行動設定：「（近くの）グループ A(Who)」に「挨拶」
・「所属（グループ A）」の行動設定：「（近くの）グループ B(Who)」を「避ける」
・「世代（おばさん）」の行動設定：「好き（食べ物, What）」を「売っている店に行く」
```

「行動」」の処理は一つ一つプログラマーに依頼することになるが、「その行動をどのような条件に適用するか」という設定は、プランナーでも分かり易く行うことができる。キャラクター一体一体の行動を細かに設定していかなくても、キャラ設定と行動パ

ターンさえ用意すれば、だいたいそれっぽく動いてくれるので、大量配置が難しくない。

なお、「移動」の行動については、基本的に経路パスを用いて、行先までのルートを決定することを想定。「ルート探索」については本書の範囲外とする。

この知識ベースの AI 設定と、後述の「有限オートマトン」を組み合わせると、更に生き生きとした行動を与えることが可能と考える。

● 学習型 AI :「フラグ」よりも「知識ベース」

「知識ベース」はセーブデータにも活用し、ゲームプレイに応じた NPC の行動変化にも利用する。

例えば、ある NPC にお使いを頼まれるようなことがあるとして、依頼を達成できたら「好き(主人公)」という知識ベースが追加され、達成できなければ「嫌い(主人公)」という知識ベースが追加される。この NPC の普段の行動設定に「好き(Who)に挨拶」「嫌い(Who)に背を向ける」といったものを用意すると、ゲームプレイに応じた行動をとるようになり、面白味が増す。

このような行動の処理は、通例ではフラグ管理とスクリプトで行うものである。しかし、以上のような「知識ベース」に基づく処理（およびワークフロー）を確立すれば、直感的で一貫した手法で、このような凝った行動をとらせることができる。

▼ 「範囲ベース」の NPC 配置とモンタージュ

「知識ベース」を活用して量産の手間を軽減するとしても、大量の NPC を一体一体配置するのはやはり手間がかかりすぎる。

そこで、「範囲」に対して NPC を配置するような対応を行う。

【範囲設定】

まず、あらかじめ NPC の初期位置となる範囲（例えば「市場の通り一帯」など）を囲むボックスを用意する。その範囲内で、実際に出現可能な位置には「コリジョン属性」や数点～数十点の「ポイント」を設定しておく。

【論理配置設定】

この範囲に対して「民族 A の若い男性 80%＋民族 B の老人女性 10%＋民族 C の母子 10%」のようなおおまかな配置を設定する。

【実配置設定】

この範囲に対して「１～３章は 20 人」「４章は 10 人」といった実際の配置を別途与え

る。(「４章」では事件が起こって外出する人が減っていることを表現。更に、「５章では部族 D が大量に移民してきたので論理配置も変更」といった表現にも対応。)

【モンタージュ設定】

「アサシンクリード」シリーズのような NPC のモンタージュ設定も併用する。

例えば、「部族 A の若い男性」に対して「服」3 パターン、「ズボンと靴」３パターン、「髪」3 パターン、「顔」3 パターン、「体系」3 パターンを用意し、さらに、「太った体系の比重が 80%」といった設定を行う。これにより、十分に外見のばらついたキャラが配置される。

【配置設定に対する AI 設定】

範囲に対して、「知識ベース」より優先的に適用される AI も設定可能にする。例えば、お立ち台の上に「演説キャラ」を固定配置し、その周囲に範囲設定で NPC を配置する。この範囲に対しては、「演説キャラに目を向ける」という行動 AI を設定することに、「場面」にふさわしい行動を、極力手間をかけずに与えることができる。

▼ 有限オートマトン

「知識ベース」だけに頼ると、行動パターンが単調になり過ぎてしまう上、頻繁な知識ベースの照合により、AI 処理が重くなってしまう。

そこで、「知識ベース」で行動を決定したあとしばらくの行動パターンを「有限オートマトン」で定義する手法を取る。

● 「有限オートマトン」とは

まずは「有限オートマトン」について説明する。

「有限オートマトン」は、有名なところでは「正規表現」の文字列照合のアルゴリズムに用いられている。そのごく簡単なサンプルで説明する。

【サンプル①】

検索パターン（正規表現）:

```
0[0-9]+      …「0」を頭文字に「0～9」が 1 個以上連続する文字列にマッチする
```

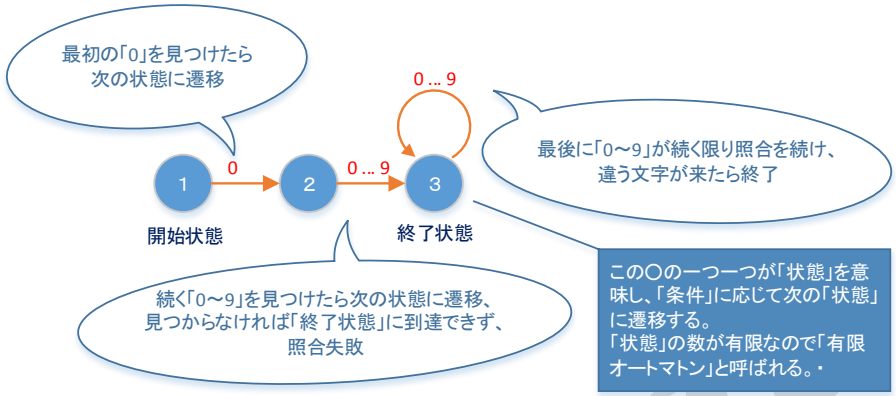
検索対象文字列：

```
389 ポイントのダメージ、0 個のアイテム、No.015 のカード
```

結果：

```
015
```

有限オートマトン：



● 「有限オートマトン」と「知識ベース」

「有限オートマトン」と「知識ベース」を組み合わせた AI の設定を考察する。

サンプル：「世代（おばさん）」の行動設定　※大雑把なイメージ

```
行動①：「料理(What)」を「テーブルに運ぶ」【開始状態】
        ⇒行動：目的地に到着
        ⇒行動：席について食べる（時間経過）
        ⇒行動：一時知識ベース「料理()」を削除
        ⇒行動：一時知識ベース「買ったもの()」を削除【終了状態】

行動②：「買ったもの(食べ物, What)」を「自分の家(Where)に持って帰る」 【開始状態】
        ⇒行動：目的地に到着
        ⇒行動：台所に移動
        ⇒行動：目的地に到着
        ⇒行動：料理中（時間経過）
        ⇒行動：一時知識ベース「料理(スープ)」を記録 【終了状態】

行動③：「好き（食べ物, What)」を「売っている店(Where)に行く」【開始状態】
        ⇒行動：目的地に到着
        ⇒行動：買い物（時間経過）※店主との掛け合い
        ⇒行動：一時知識ベース「買ったもの(食べ物, 好き(食べ物, What))」を記録【終了状態】

行動④：無条件【開始状態】
        ⇒行動：ぼーっとしている（時間経過）【終了状態】
```

【解説】

最初は「料理()」も「買ったもの()」も知識ベースにないので、「行動③」が選ばれる。ただし、知識ベースに「好き(食べ物)」が設定されていないキャラは「行動③」も選択できないので、「行動④」が選ばれる。

「行動③」が終了状態となると、また頭から行動の照合を行う。「買ったもの()」があるので、今度は「行動②」が選択される。

同様に「行動②」が済んだあとは「行動①」が選択され、その後はまた「行動③」が選択されるといった流れが繰り返される。

一つ一つの行動に実現が難しい要素があるとしても、AI のデータとしては、条件（開

始状態）と行動（状態）を列挙するだけなので、データ化がし易く、プランナーにも分かり易い。

このように、「知識ベース」と「有限オートマトン」の組み合わせは、下手にスクリプトで制御するよりも、簡潔で直感的で多彩なフローを実現できるものと考える。

▼ データベースの活用

AI とは直接関係ないが、NPC の設定に関する考察として追記する。

NPC の設定を Excel ベースで管理する場合、マップ別や章別などの区分を意識して、時には複数のファイルに同じデータを記述するようなことが必要になる。

これはゲームの動作上の都合（データの読み替えの都合）によるものではあるが、データを作るプランナーの立場からしたら、面倒な気遣いをしなければならず、問題も起こし易い。

そこで、別途「ゲームデータ管理 DB システム」で提案しているように、データベースで一元管理し、実機用のデータを出力する際に、都合に合わせた切り分けで出力するようになっていれば、プランナーとしては扱い易い。

このような仕組みであれば、「ゲームの節目節目で街から街に渡り歩く NPC」のようなものもスムーズに設定できるものと考える。

■■以上■■

■ 索引

索引項目が見つかりません。

AI システム

以　上