－ －

2014年2月10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2月10日 | 板垣 衛 | （初版） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

目次

[ 概略 1](#_Toc378964305)

[ 目的 1](#_Toc378964306)

[ 方法論 1](#_Toc378964307)

[▼ 「知識ベース」のAI 1](#_Toc378964308)

[ 「Prolog」とは 1](#_Toc378964309)

[ 「知識ベース」の活用 3](#_Toc378964310)

[ 学習型AI：「フラグ」よりも「知識ベース」 4](#_Toc378964311)

[▼ 「範囲ベース」のNPC配置とモンタージュ 4](#_Toc378964312)

[▼ 有限オートマトン 5](#_Toc378964313)

[ 「有限オートマトン」とは 5](#_Toc378964314)

[ 「有限オートマトン」と「知識ベース」 6](#_Toc378964315)

[▼ データベースの活用 7](#_Toc378964316)

# 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。**

以　上