

仮想生物システム

3 K-5

—シミュレーション—

田口ひとみ 藤田卓志 伊藤映 福岡俊之 渡辺和之 西山聡一

(株)富士通研究所

1. はじめに

「仮想生物システム」に登場する仮想生物は、各々が能動的に世界の情報を収集し、自分自身の持つルールに基づいて自律的に行動する生物オブジェクトである。本稿においては、そのオブジェクトの生物らしい行動を、リアルタイムでシミュレートする方法について述べる。

2. 行動シミュレーション

コンピュータネットワーク上でのオブジェクトは、位置、方向、形状、状態などの属性によって表現される。そのオブジェクトの行動は、属性の時間的な変化として定義される。この属性の変化をリアルタイムで計算することが行動シミュレーションの目的である。

実際の生物には通常、外部の危険から身を守る本能行動や、刺激に対して反射的に反応する行動が見られる。このような短期的な行動に加え、感情や体調あるいは学習によって行動が変化するなどの、長期的な行動を見ることが出来る。これらの行動をシミュレートするために、本システムにおけるオブジェクトの行動決定と動作生成を、動作生成部と意志決定部の2つの機構によって実現する(図-1)。

動作生成部は、オブジェクトの動作生成、及び本能や即時的な対応が必要である状況下での行動決定を行う。入力として非同期に動作する通信サーバから、他のオブジェクトの属性を受け取り、自分の属性を通信サーバに送る。

意志決定部は、複雑な状況下での状況認知や感情に基づく行動決定を行う。この行動結果は意志として動作生成部に伝わり、動作生成部がそのための動作を生成する。意志決定部は、動作生成部に対して悪影響を与えないために、非同期に動作して情報の受渡しを行う。

3. 動作生成部

動作生成のために必要となる入力は、他のオブジェクトの属性と、自分自身で保持している感情などの内部状態である。

オブジェクトの属性はある瞬間におけるオブジェクトの外見を表している。スムーズな動きを得るために、動作生成部は、毎秒30回程度の属性の更新に必要な計算

を繰り返して実行する。この計算は、オブジェクト内部の状態変数の変化を定めたルールを実行することであり、1オブジェクトに対して数百の状態変数が定義されている。

リアルな動きの生成のために、ルールの基本となるのは物理法則である。リアルタイム性を重視するため必要以上に詳細なモデルは避け、極力簡単化する。例えば、基本的な位置や向きの変化は生物を剛体とみなして、重心に関する運動方程式(1)式、重心回りの回転の方程式(2)式を適用することによって求める。

$$dP/dt = F \dots (1)$$

$$dL/dt = N \dots (2)$$

P: 速度量, F: 全オブジェクトが受ける力

L: 角運動量, N: トルク

この全体としての動きに加え、触角、頭、尻尾などの変形も、簡単な物理モデルを定義し、シミュレーションを行う。また、ルールによって、自分の体に関する疲労度などの内部状態変数が変化する。これらの物理法則を適用した動き方を決定するルールや、内部状態を変化させるルールを複雑に組み合わせることで、意味を持った複雑な動作を生成することが可能となる。

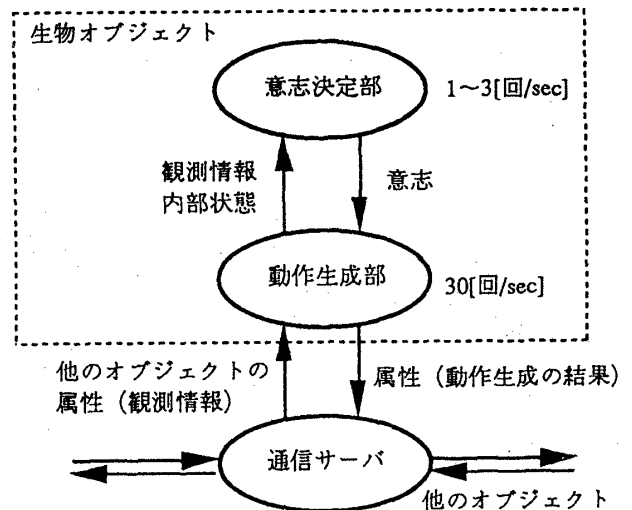


図-1 行動シミュレーション

Virtual Creature System - Simulation -

Hitomi TAGUCHI, Takushi FUJITA, Hayuru ITOH, Toshiyuki FUKUOKA, Kazuyuki WATANABE, Soichi NISHIYAMA
Fujitsu Laboratories Ltd.

4. 意志決定部

オブジェクトをより親しみのある存在とするためには、オブジェクトが複雑な行動をとり、また感情豊かな存在になることが必要である。意志決定部は、周囲の状況認知を行い、感情や体調などによって変化する行動を決定し、意志として提示する。同一の状況を観測した場合でも、認知の仕方や感情の変化によりその状況に対して異なる行動計画を立てることが可能である。また、状況認知や感情制御の方法を各オブジェクトに対して変えることにより、感じ方が異なるオブジェクトを誕生させることが可能である。これは個性をつけることを意味する。

入力情報は、動作生成部が観測した他のオブジェクトの情報、及び、自分自身の内部状態に関する情報である。

オブジェクトは、まず観測された周囲の種々の事象を自分がどの程度快く思うか否かを判断し、認知された事象の中で自分を不快にさせる事象を選出する[1]。これは、不快な事象に対して優先的になんらかの対処をすることにより、自分の感情を静め快適な気分にするためである。不快と思う事象に対して行動ルールを用いて行動を計画する。行動ルールの構造は、実行可能なゴールとプランを記録した木構造になっている[2]。この木構造を探索することによって、自分の行動を決定する。行動を決定する際は、対処する事象に対して自分がどのような感情を持っているか、またそれがどの程度強いものかが作用する。ここで求められた行動は意志として、秒1～3回の割合で動作生成部に伝えられる。

5. 実現例

ある目的地へ移動する行動のための動作生成の例を説明する。動作のきっかけは、意志決定部から“ある目的地へ移動する”という意志が指示されたことによる。まず、オブジェクトは目標が自分の正面にない場合は自分の向きを変化させる。この動作はルールに従い自分の体

を前方に曲げ、エネルギーを蓄え、体をひねりながら、トルクを受けて向きを変える手順で行われる。次に、体を縮め伸び上がるジャンプを繰り返して目標に近づく。この動作生成は意志決定部からの指示が継続している間続ける。

また、人間に驚かされた場合のオブジェクトの行動の例を説明する。意志決定部によって状況認知が行われ、対処すべき事象が決定される。その事象が、“人間が大声を出した”である場合、その事象に対する不快の度合により、人間に怒って攻撃を仕掛けたり、人間が無害であると判断して無視するなどの行動をとる。また、オブジェクトによっては、泣いてその場に立ちすくむ、他のオブジェクトに助けを求めに行くなどの行動をとる。このようにオブジェクトは個々の認知の仕方や感情に応じ、複雑な行動をとることが可能である。

感情豊かなオブジェクトの行動の例を図-2に示す。

6. まとめ

生物らしいリアルな動きをリアルタイムで生成するため、動作生成部において簡略化した物理モデルを適用した。また、より高度で複雑な感情に基づく知的な行動を生成するため、階層的な問題解決構造を持つ意志決定部を組み込んだ。オブジェクトは個性を持ち、複雑な状況認知とその対応が可能である。このような機能を明確に区別した構造を作ることにより、オブジェクトのルール設計を容易にし、幅広い応用への対応が可能である。

【参考文献】

- [1] Festinger, L.: A theory of cognitive dissonance., Evanston: Row, Peterson, (1957).
末松俊郎(監訳)認知不協和の理論, 誠信書房, (1965).
[2] J. Bates, et al.: A reactive, Adaptive architecture for agents., Technical Report CMU-CS-91-147, CMU, 1991.

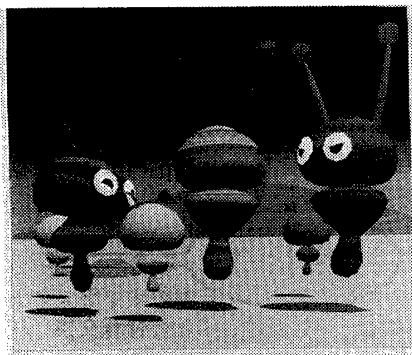


図-2.1 行動1
(左) 子供をあやす仮想生物
(右) けんかする仮想生物

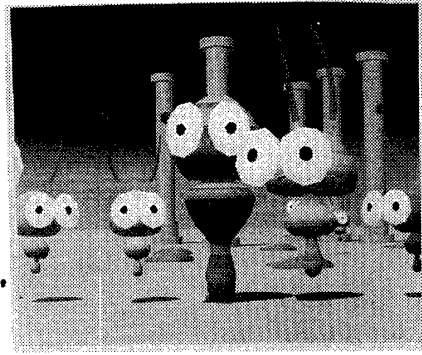


図-2.2 行動2
人間の大声に驚く仮想生物

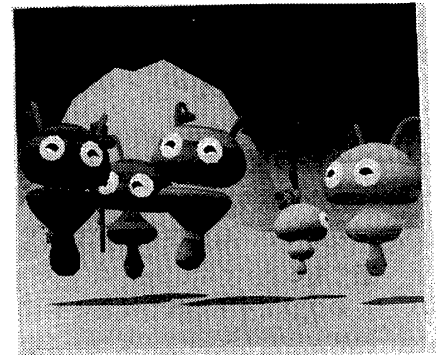


図-2.3 行動3
挨拶する仮想生物