

コンピュータアニメーション における行動制御の一手法

雨川 浩之、武内 良三
(株)日立製作所 日立研究所

本報告は、コンピュータアニメーションなどに用いる物体の行動制御法として、動物などの行動を模倣した経路を自動生成する一手法を提案し、それを用いた実験を行ったものである。本手法は、動物などの行動パターンを逐一記述するのではなく、各種行動パターンは周囲の物体に対して感じる魅力の度合の変化やバランスによって決まる共通の法則に則っていると考え、それをモデル化したものである。

実験によって、本手法を用いると、各個体の独立な行動や複数の個体の群れの行動など様々な行動経路生成を、設定条件の変更のみで行うことができることがわかった。

A Method of Motion Control for Computer Animation

Koji AMAKAWA and Ryozo TAKEUCHI
Hitachi Research Laboratory, Hitachi, Ltd.
4026 Kuji-cho, Hitachi-shi, Ibaraki-ken, 319-12 Japan

This is the proposition and the experimental results of a method for automatically creating various paths of animal-like objects. The method is made from modeling the idea that various behaviors of an animal are mainly based upon the change and the balance of the attractiveness which it feels about other objects.

Some experiments showed that the method could create rather complicated paths of independent behavior, group-behavior, etc. by only changing input data without writing out each behavioral pattern.

1. はじめに

コンピュータアニメーションにおける動きの設定を自動化するために、近年多方面からのアプローチが研究されている。補間法、スクリプトによる制御、経路生成、刺激反応などがその例である。[1]

本研究の目的は、動物などを模擬した物体の行動を自動的に生成することであり、本報告は主にその経路生成に関するものである。同様の目的を持った研究に、内木らの能動的キャラクタの研究[2]がある。これは、個々のキャラクタ（動作物体）の周囲の状況に対する行動パターンを詳細に記述しておき、それに基づいて物体が自動的に行動するものであり、例として魚の群れが敵に襲われるときの行動のシミュレーションを行っている。これに対し本研究では、個々の行動パターンを記述することなく物体の行動を自動生成する一手法を考案し、アニメーションに適用して効果を確認した。

2. 基本概念

従来の方で個々の行動パターンを記述する必要があるのは、物体が周囲物体を認識して行動を起こすときに、その「種類」、即ち「それは何か」を判断基準にしているためである。ある「種類」の物体に対する反応は個々の動作物体によって異なるので、動作物体ごとに、各種周囲物体に対する行動パターンを記述しなければならない。従って、おおよそ動作物体の種類の数と周囲物体の種類の数に比例した数の行動パターンが必要になる。

このように逐一パターンを記述せずに行動を生成する方法はないだろうか？ それには各種行動に共通の法則を見出せばよい。著者らは、動物などの行動は、周囲の物体に対して感じる「魅力の度合」で統一することができると考えた。即ち、動物などがある物体に近づくのは何らかの魅力を感じた結果であり、反対に遠ざかるのは嫌悪や恐怖などの負の魅力を感じたか、あるいは他の物体により大きな魅力を感じた結果であると考えられる。さらに、この魅力の度合は、周囲物体の性質を動物が観測した結果と、その動物自身の好みという2つの要素によって決定されると考えられる。

以上を各種行動に共通の法則としてモデル化することにより、いろいろな行動パターンを統一的に生成することができるであろう。

3. 魅力度のモデル

動作物体が感じる他の物体の魅力の度合を、魅力度と呼ぶことにする。著者が作成した魅力度のモデルは、物体の性質モデル、性質の観測モデル、動作物体の好みモデル、及び観測した性質と自身の好みから魅力度を決定する評価モデルの4つのモデルから成る。

3.1 物体の性質モデル

物体の性質は多くの要素から成る。例えば、花の性質の要素は、色、形、大きさ、香り、蜜の味などをあげることができる。最終的に魅力度という値を求めるためには、これらの要素を数値化しなければならない。そこで、物体の性質をベクトルの形式で表し、ベクトルの各成分を性質の各要素に対応させた。性質要素の数値化そのものも問題であるが、自然界の正確なシミュレーションが目的ではないので、ここでは述べない。

3.2 性質の観測モデル

動物などが物体のある性質の要素を観測する場合、その物体の周囲に3種類の領域が存在すると考えられる。その性質要素が全く観測できない領域、不確定に観測される領域、確実に観測される領域の3つである。簡単のため、不確定に観測される領域を除いて、観測可能な領域とそれ以外の領域の2種類とした。観測可能な領域は各性質要素によって定めなければならない。例えば、チョウが花を観測する場合、離れた位置では色だけ観測され、香りを観測するには近づく必要があり、蜜の味を知るには接触しなければならないだろう。結果として、物体は性質ベクトルの成分の数だけの観測可能領域をもつ。領域の形は、2次元の場合は円、3次元では球とした。

3.3 動作物体の好みモデル

性質モデルと同様に、好みもベクトル形式で表現した。性質ベクトルの各要素に対する好みの向き（+、-）と好みの度合を数値化し、好みベクトルの要素とした。

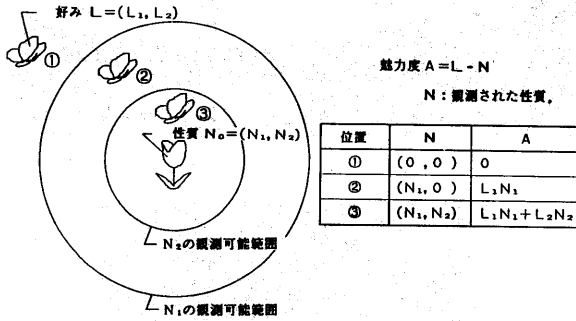
3.4 評価モデル

観測した物体の評価としての魅力度は、好みベクトルと観測された性質ベクトルの内積で求めた。それぞれの観測された性質の要素とそれに対応する好みの積により、性質と好みの符号（+、-）が一致する場合はその性質の魅力の度合が正となり、異なる場合は魅力の度合が負となって嫌悪などが表される。ベクトルの内積によって、これらの各性質要素の魅力の度合の和が総合評価としての魅力度となる。

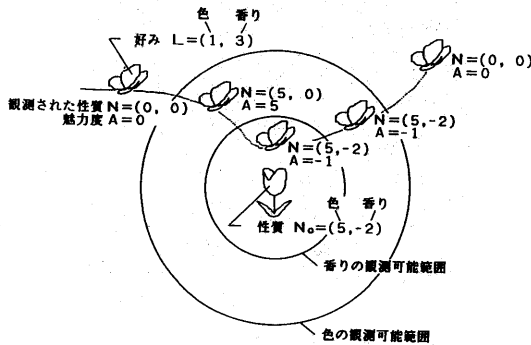
第1図に魅力度のモデルの例を示す。この例では性質要素の数は2である。物体の性質ベクトル N を動作物体が観測した結果としてのベクトル N' は、動作物体がどの観測可能範囲に入っているかによって第1図の表のように変化し、それによって、動作物体の好みベクトル L との内積で求まる魅力度 A が変化する。

第2図に条件設定の例を示す。花の色と香りをそれぞれ数値で表現して性質ベクトルを設定し、それぞれの観測可能範囲を定める。チョウの色と香りに対する好みを

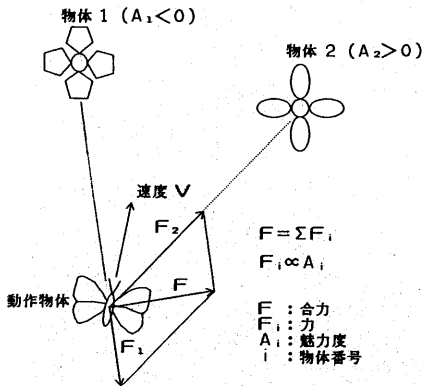
数値で表現して好みベクトルとする。この例では、まず色だけが観測された結果、魅力度が正になってチョウは花に近づくと、香りが観測されると香りの符号(-)とチョウの好みの符号(+)が異なるため、結果としての魅力度が負となってチョウは遠ざかる。一度観測された性質は記憶され、どれかの性質の観測可能範囲内に入れば思い出されるようにした。



第1図 魅力度のモデル



第2図 条件設定の例



第3図 魅力度による行動制御の例

4. 魅力度による行動制御

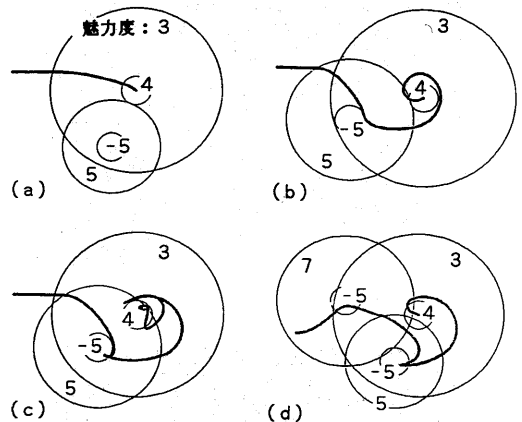
魅力度は心理的な量であるから、それを用いて行動を制御する方法はいろいろ考えられる。ここでは簡単に経路を生成できる例を第3図に示す。動作物体が、観測した物体の向きにそれぞれの魅力度に比例した力を自身に働かせる、と考えると、動作物体に働く合力はそれぞれの力のベクトル和となる。この合力と、予め設定した動作物体の質量を用いて加速度を求めることにより、周囲の各物体の魅力度に応じた行動経路が得られる。

5. 実験結果

以上に示した方法を用いて、いくつかの実験を行った。

5.1 2次元経路の生成

第4図に2次元の経路生成の例を示す。太線が動作物体の経路を表し、同心円の中心がその他の物体である。円は各性質要素の観測可能範囲であり、各数値は動作物体がその範囲に入った場合に感じる魅力度を示す。第4図(a)、(b)、(c)は性質ベクトルと好みベクトルは同じだが、物体の相対位置と観測可能範囲が少しずつ異なるために、様々な経路が生成された。第4図(d)は周囲の物体数が増えた場合である。



第4図 生成された2次元経路

5.2 3次元アニメーションへの適用

本手法を用いて、チョウの3次元アニメーションを制作した。第5図にワイヤフレームで表現されたチョウが花の間を飛び回る様子を示す。本手法で基本経路を生成し、それに適度なゆらぎを加えて実際の経路とした。その経路上にチョウの羽ばたき、滑空の動作を加えて動きを表現した。

第6図にレンダリングを行ったアニメーションの1シーンを示す。より魅力的な花を探して飛び回るチョウの行動が自動的に生成され、3次元アニメーションに十分適用可能であることがわかった。

5.3 群れの行動への適用

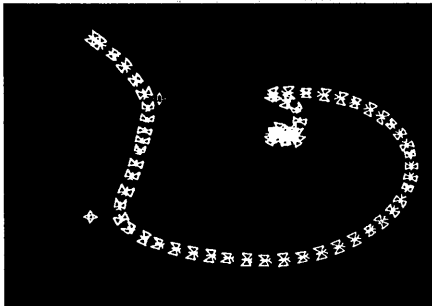
本手法により、入力条件の変更だけで様々な行動が生成されることを示すため、群れの行動の自動生成を試みた。第7図は、魚の群れが敵に襲われるときの回避行動の生成結果の一部である。

設定条件は以下のようである。群れの魚は、他の仲間に対して正の魅力度を感じ、敵に対して強い負の魅力度を感じるように設定し、敵は群れの魚それぞれに対して正の魅力度を感じるように設定した。また、群れを形成するために各個体のテリトリーを設け、一定距離以内に近づくと魅力度が負の方向に増加するようにした。テリトリーを付け加えた以外は、チョウのアニメーションと同一のプログラムを使用した。

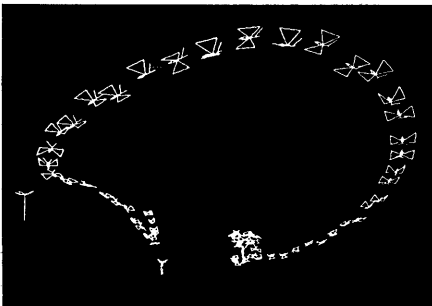
第7図に示すように、実際に魚の群れがとる回避戦術である噴水効果[3]が簡単に得られ、群れの行動制御にも有効であることがわかった。



第6図 アニメーションのシーン

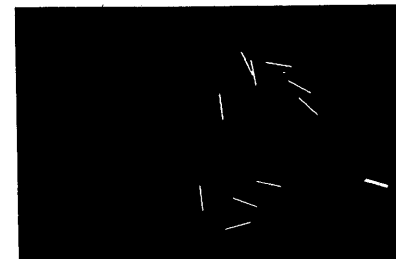
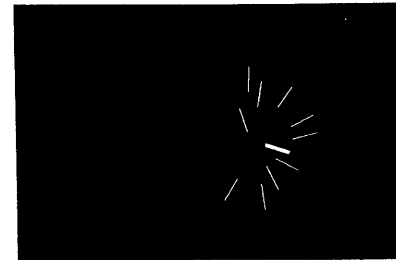
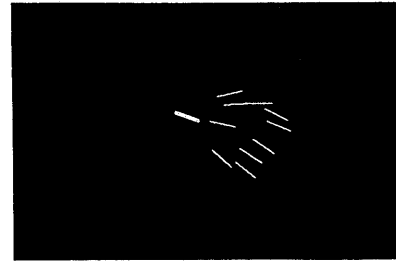
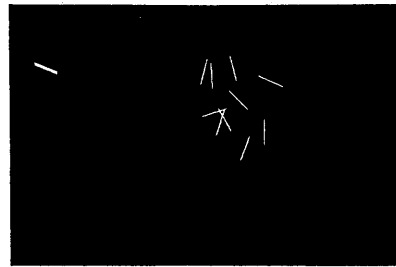


(a) 平面図



(b) 透視図

第5図 チョウの3次元経路生成



第7図 魚の群れの行動制御例

6. まとめ

行動制御の一手法として魅力度のモデルを提案し、それを用いて実験を行った結果、設定条件を変えることで逐一行動パターンを記述せずに様々な行動経路を生成できることがわかった。行動パターンを記述する方法と比較すると、本手法は同一プログラムで様々な行動経路を生成できることが長所であるが、その反面、入力条件が直接的に動きに反映するものではないので、アニメーション制作などで望みの動きを得ようとする場合は試行錯誤が必要な点が問題であろう。今後、行動とその源である心理との関係を探ってモデルを改良し、応用面も含めてさらに検討を進めていきたい。

参考文献

- [1] Wilhelms, J., " Toward Automatic Motion Control", IEEE Computer Graphics and Applications, Vol.7, No.4, (1987), pp.11-22.
- [2] 内木哲也ほか, " 能動的キャラクタを用いたアニメーション生成手法", 第2回NICOGRAPH論文コンテスト論文集, 社団法人日本コンピュータ・グラフィックス協会(1986)
- [3] B.L.パートリッジ, " 魚はどのように群れを維持するか", サイエンス, Vol.12, No.8 (1982), pp.28-38, 日経サイエンス社