

仮想世界構築のためのバーチャルフィッシュの協調行動の獲得

3D-9

中嶋 正之[†] 竹島 由里子[†] 藤代 一成[†] 高橋 裕樹[†][†]東京工業大学 大学院 情報理工学研究科[†]お茶の水女子大学 理学部

1 はじめに

近年、計算機技術の向上に伴い、計算機上で仮想世界を構築することを目的とする仮想現実世界構築システムに関する研究が盛んに行われている。中でも、仮想現実世界における仮想生物の動き表現 [1] が注目されている。

本研究では、海中をモデルとした仮想世界を構築するために、バーチャルフィッシュの協調行動を容易に獲得する方法について提案する。本稿では、特に、実世界の魚の協調行動の一つである群生を仮想世界中で表現することを目的とする。提案する手法では、各個体の行動を規定する簡単な規則と協調行動を行うための条件を設定することで、バーチャルフィッシュの協調行動を獲得する。

本稿は、以下のように構成される。次章で、現実世界の魚の行動について簡単に触れ、仮想世界における魚の行動規則、協調行動獲得のためのアルゴリズム、実験結果について述べる。最後にまとめを行う。

2 群生の特徴

魚の協調行動の一つとして、群れをなして行動する群生があげられる。魚群は同一魚種で、ほぼ同一体長の個体群から構成され、各個体は遊泳方向、間隔、速度について群れとして統制のとれた行動をする性質がある。一般に群れを

なす動物が群れにおいて統制のとれた行動をするためには、リーダー制と信号伝達の方法の2種類の方法がある。魚群はリーダー制ではなく、信号伝達の方法で群れの行動が決定される。また、群れ内の魚における力関係は平等で、強弱関係は存在しない。

次に、群れ以外からの外部刺激に対する、群れの行動の特徴について述べる。外敵が現れた場合、魚群が一団となって方向転換を行うが、これは魚群のすべての魚が外敵の来襲を察知し方向転換を行うのではない。外敵に最も近い魚の混乱が、その周囲の魚に対する変向の信号になっている。すなわち、個々の魚にとって自身の周囲の魚の行動の変化は、一つの外部刺激になる。このような同じ群れに存在する魚による外部刺激によって、魚群内に信号伝達が行われ魚群の行動の統一性は維持される [2]。

3 バーチャルフィッシュの定義

バーチャルフィッシュは、以下の値をデータとしてもつ。ただし、個体の意志とはその個体自身が進みたい方向であり、他の個体による影響はない。

$$\begin{aligned} \text{位置} & \quad \mathbf{p} = (x, y, z) \\ \text{速度ベクトル} & \quad \mathbf{v} = (v_x, v_y, v_z) \\ \text{個体の意志} & \quad \mathbf{n} = (n_x, n_y, n_z) (\|\mathbf{n}\| = 1) \end{aligned}$$

実際の魚の群生の特徴を考慮して、バーチャルフィッシュの進行方向は、個体の意志と併せて、周囲にいる個体の進行方向によって決定する。また、進行方向に障害物があり、一定の距離に近付いた場合は、障害物の法線ベクトルに対し、現在の個体の意志と対称となる方向に新しい個体の意志を与える。

Learning cooperation behavior of virtual fishes to realize a virtual world

M. Nakajima[†], Y. Takeshima[†], I. Fujishiro[†] and H. Takahashi[†]

[†]Graduate School of Information Science & Engineering, Tokyo Institute of Technology,

[†]Faculty of Science, Ochanomizu University

4 協調行動獲得アルゴリズム

前章のバーチャルフィッシュの定義を用い、協調行動を獲得するためのアルゴリズムを以下のように与えた。

初期状態として、個体 I の位置 p_I 、個体の意志 n_I を乱数によって生成し、速度ベクトル v_I を式 (1) で与える。

$$v_I(0) = \alpha n_I(0) \quad (1)$$

次に、Step 1, 2 を繰り返すことにより、バーチャルフィッシュの移動を行う。

Step 1 : 個体 I の位置 p_I を更新

$$p_I(n+1) = p_I(n) + v_I(n) \quad (2)$$

Step 2 : 個体 I の動き v_I を更新

$$\begin{cases} v_I(n+1) = \alpha n_I(n) + \frac{\beta}{N} \sum_{k \in R} v_k(n) \times e^{-\gamma d} \\ d = \| p_k(n+1) - p_I(n+1) \| \end{cases} \quad (3)$$

ただし、

α, β, γ : 正の定数

R : 個体 I の近傍に存在する個体の集合

N : 個体 I の近傍に存在する個体の数

式 (3) における α, β の値によって、周囲の魚が与える影響の度合いが変化するので、群れの進行方向の統一性に変化が生じると考えられる。また、 γ の値を大きくすると、その個体に対して遠くにいる魚が与える影響は指数関数的に減少することから、 γ によって群れの結束が表現されるであろう。

5 実験結果

前章のアルゴリズムに基づき、実験を行った。実験では、個体数を 15、障害物は画面の境界とした。図 1 は、 $\gamma = 0.01$ のときの α, β の値による群れの状況の変化である。なお、黒丸は頭を表し、線は進行方向を表す。

α と β の値により、群れの個体の進行方向のばらつきが変化していることが分かる。 β の割合が高いほど、群れの動きに統一性が現れるが、方向の転換を行うことができず、障害物にぶつかる個体が観測された。

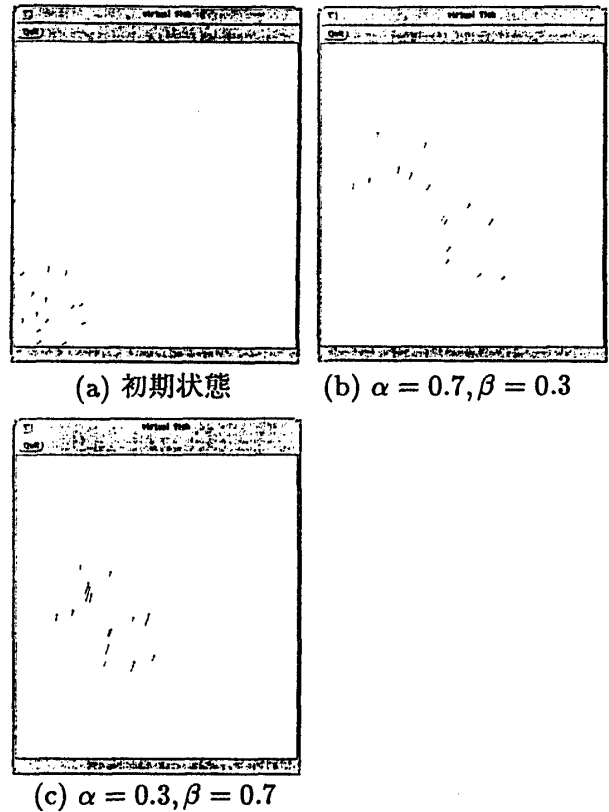


図 1: バーチャルフィッシュの群れの変化

6 まとめ

個体の簡単な行動規則と協調行動を行うための条件を与えることで、バーチャルフィッシュの協調行動を獲得する方法を示した。本稿で提案する手法では、移動による個体のエネルギーの減少やエネルギーの増加については考慮されていない。今後、この問題を解決するとともに、産卵や死亡による個体数の増減や種類間の強弱関係についても検討を行う予定である。

参考文献

- [1] Xiaoyuan Tu and Demetri Terzopoulos : "Artificial Fishes : Physics, Locomotion, Perception, Behavior", SIGGRAPH'94, pp.43-50 (1994).
- [2] 井上 実 : "魚の行動と漁法", 恒星社厚生閣, pp.188-204 (1978).