

魚の協調的運動モデルに基づくCG動画生成

4C-1

河村 貴弘 土肥 浩 石塚 満
東京大学 工学部 電子情報工学科

e-mail: kawamura, dohi, ishizuka @miv.t.u-tokyo.ac.jp

1 はじめに

ハードウェアレンダリングを高速で行なえるコンピュータが登場したことによって、ソフトウェアレンダリングされた画像をテープなどの媒体に記録する従来のアニメーション手法では実現出来ないVR (Virtual Reality) が可能になってきた。しかし、これまでのVRの多くは、景観シュミレーションに見られるような静止物体(建物など)を扱ったものであった。本研究は、魚という生物を扱った点で、従来のVRとは一線を画する。オブジェクトには形状のデータと共に、固有の関数を用いた運動モデルを持たせなければならない。ひと足先に、Tuらによる同様な趣旨の論文¹⁾が提出されている。本研究ではTuらの手法に比べ簡単な手法を用いており、実時間CGにおいて最も重要な計算コストが著しく軽減されている。また本研究では実写のテクスチャマップを用いて魚を生成しており、アニメータの力を借りることなく、短時間で多数のリアルな魚を作ることが出来る。

魚の群れに関してはReynoldsの論文²⁾が有名であるが、本研究では進行方向ベクトルを利用することにより、Reynoldsよりも簡単な方法で三次元の魚の群れを実現している。

2 魚のデフォメーション

2.1 NURBSの利用

Tuらは筋肉モデルに基づいてデフォメーションを行なっているが、本研究では魚の表面に的を絞った。

実写のテクスチャにぴたりと整合するM×Nの制御点を設け、Non-Uniform Rational B-Spline (NURBS)を用いて滑らかな曲面を生成し、魚の片面を作り上げる。同様に魚の裏側の面も作り、一匹の魚が出来上がる。画面上の魚の大きさや変形に伴って、曲面の分割数は最適化される。テクスチャ座標の指定は、制御点のX座標、Y座標を用いれば良い(図1)。

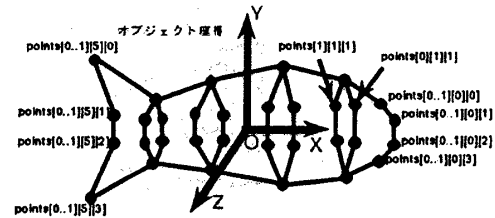


図1: 制御点の例

2.2 デフォメーション

上記の制御点を関数を用いて動かすことにより、魚のデフォメーションが実現される。関数の例としては、

$$\text{angle}[i] = (\text{振幅}\theta) * \sin((\text{ピッチ}\phi) * n - (\text{位相遅れ}\psi)) \quad (1)$$

などが挙げられる。この例では、points[0..1][i][*]をオブジェクト座標のY軸に関して、angle[i]の角度で回転させれば良い。

魚の速度、進行方向と同期させて、上記の3つのパラメータを変化させれば、Tuらが筋肉モデルで実現した魚が反転する動き、捕食魚から逃げる動きなども如実に表現出来る。制御点に工夫を持たせれば、口の開閉、えらの動きも表現でき、別のオブジェクトとして背びれなども付加出来る(図2、3)。

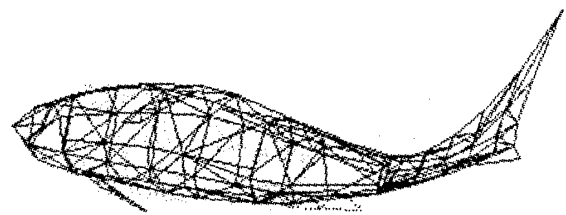


図2: ワイヤフレームモデルの例

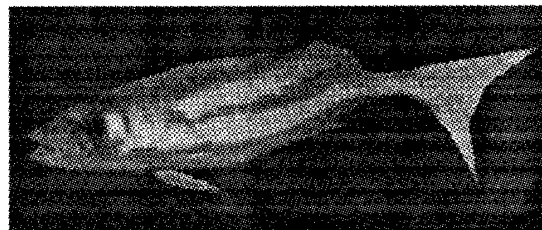


図3: テクスチャマップを施した例

3 群れの生成と衝突回避

前述したように、群れに関しては Reynolds が先駆的な研究を行なっている。Tu らの研究と同様に、本研究も大意において Reynolds の研究と同様の手法を用いている。基本的アルゴリズムは、次の通りである。

1. 魚、障害物に近付き過ぎたら衝突回避をする
2. 前の方に同種の魚が近付いたら追従する

である。N(魚の個体数)×Nの時間にM(障害物)×Nの時間が加わるが、Tu らは専用のオンボードセンサーでこれに対処している。Reynolds, Tu らの手法に比べ、本研究では進行方向ベクトルを用いて群れの動きと衝突回避を簡単に実現している。

3.1 衝突回避

魚、障害物との距離が境界値よりも近付いたならば、自分から相手に向かうベクトル \vec{c} 、進行方向ベクトル \vec{d} 、障害物との距離に基づくパラメータを p として、次のように新たな進行方向を決める。

$$\vec{d} \times \vec{c} = \vec{n} \quad (2)$$

$$\vec{d} \times \vec{n} = \vec{n}' \quad (3)$$

$$\vec{d} = \vec{d} + p \cdot \vec{n}' \quad (4)$$

と新たな進行方向を決めることで、左の方に障害物があれば、相対的に右の方に回避行動を取ることが出来る(但し、全てのベクトルは正規化されているものとする)。pの取りかたで、障害物が遠くにあればゆっくりと回避し、近付き過ぎたならば急に回避する様子が実現出来る。

3.2 群れの生成

前方にいる魚の判定は次のように行なう。ベクトルの意味は先程と同様である。

$$\vec{d} * \vec{c} = n \quad (5)$$

nが正の時、相手は前方にいることになる。自分に最も近い前方の魚が境界値よりも近付いたら、相手の進行方向に自分の進行方向をおおまかに合わせることで、魚の群れが実現される。

4 おわりに

Tu らの Mental State に当たるものは、本研究では一様乱数を用いて場合分けを行なうことで実現した。また、Tu らのように、avoid, escape, school, eat, mate, leave, wander という、多くの行動パターンを持たせることが出来ていないが、今後は考慮したい。魚のデフォメーションは、SGI R4000 Indy SC で、4 frame/sec で動き、テクスチャマップをしなければ、15 frame/sec で動く。SGI Onyx RE2 上では、walk through の出来る VR が完成している。お世話になった(株) ビジューアルサイエンス研究所には、感謝致します。

参 考 文 献

- 1) X. Tu and D. Terzopoulos: "Artificial Fishes: Physics, Locomotion, Perception, Behavior", SIGGRAPH'94, (1994).
- 2) C.W. Reynolds: "Flocks, Herds, and Schools: A Distributed behavioral Model", SIGGRAPH'87, pp.25-34(1987).

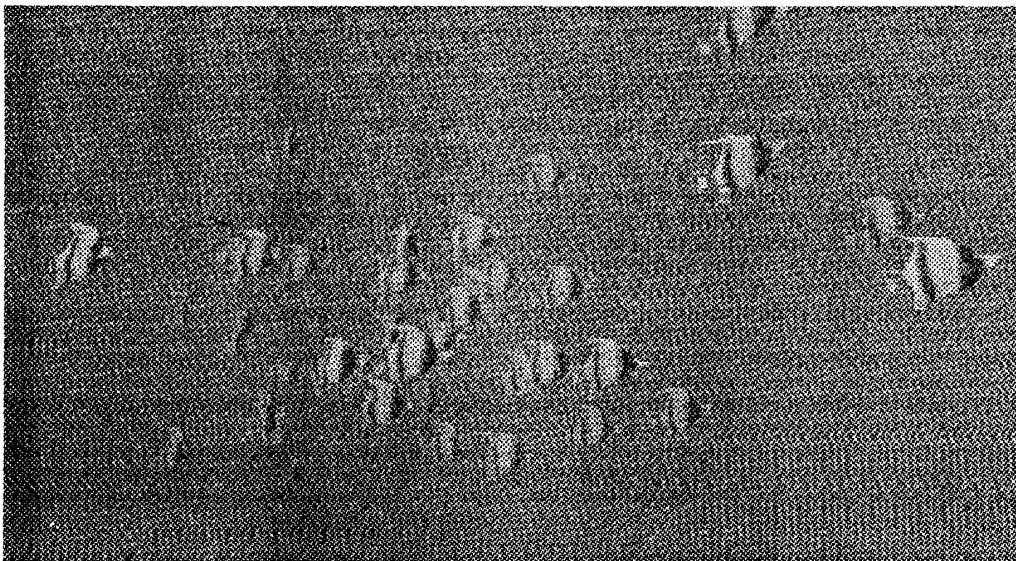


図 4: 群れの実現の例 (SGI Onyx RE2 使用)