

人間との相互作用を考慮した鳥の行動シミュレーション

小川 浩輝<sup>†</sup> 石川 知一<sup>†</sup> 柿本 正憲<sup>†</sup>

<sup>†</sup>東京工科大学 メディア学部 メディア学科

1. はじめに

コンピュータやゲームハードの容量や計算処理の向上によって、生物の集団の行動をシミュレーションすることができるようになった。それによって、シミュレーションの結果を映像作品やゲーム内に反映させることが可能になり、映像作品やゲーム内での表現の幅が広がった。

生物の集団行動のシミュレーションの中でも鳥のシミュレーションは古くから研究が行われている<sup>[1][2]</sup>。また、鳥の採食行動を比較する研究など<sup>[3][4]</sup>、実在の鳥の動作に関する研究も多く行われている。しかし、シミュレーション上でそれらの行動を再現する研究は事例が少ない。そして、動物に餌を与えてコミュニケーションを取るようなシミュレーションはゲームとして一つのジャンルを築いている点からも分かるように<sup>[5][6]</sup>、動物とのリアルな相互作用を再現することは需要があると考えられる。

本研究では、人が餌を与えた時の動きや、餌場での力関係による作用などの数パターンの鳥の行動をルールとして設定し、人間対複数体の鳥との作用に着目したリアルな鳥の行動を再現する。

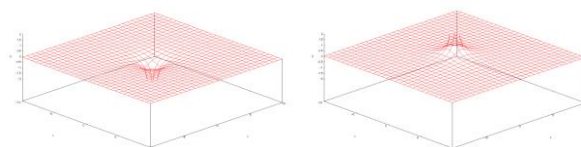
2. ポテンシャル法

本手法では、鳥の採食時の行動や対人間との作用、鳥同士の作用による行動の制御にポテンシャル法を利用する。

ポテンシャル法では式(1)のポテンシャル関数を使うことで、個体の動きを制御する(図1)。式(2)から2つの個体間に働く力を計算する。個体が目的とする位置に引力ポテンシャルを設置することで、個体は目的位置への引き寄せられるように進路を取る。また、斥力ポテンシャルを設置することで、個体はその場からはね退けられるような進路を取る。

$$U = -\frac{A}{r^n} + \frac{B}{r^m} \tag{1}$$

$$\mathbf{F} = -\frac{dU}{dr} = \left( -\frac{nA}{r^{n+1}} + \frac{mB}{r^{m+1}} \right) \hat{\mathbf{r}} \tag{2}$$



(a) 引力ポテンシャル (b) 斥力ポテンシャル  
図1 ポテンシャル関数

ここで、 $U$ は個体間のポテンシャルエネルギーを表し、個体間距離 $r$ に反比例する。 $A$ は引力の強さを表し、 $B$ は斥力の強さを表す。 $n$ と $m$ はそれぞれ引力と斥力が作用する範囲を調整する値で、 $\hat{\mathbf{r}}$ は注目個体から対象に向かう単位ベクトルである。

3. 提案手法

3.1 システムの全体像

本手法は、図2に示す流れを行う。

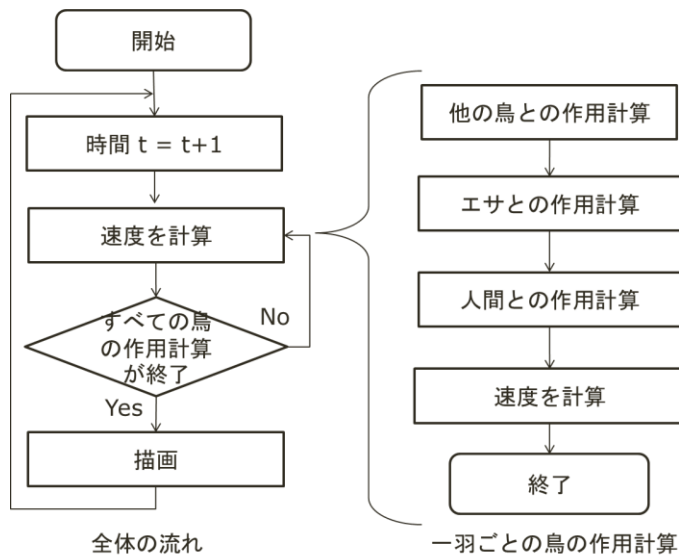


図2 処理の流れ

3.2 ルールの設定

実現したい生物の動きの特徴は、新たなルールを設定することで実現することができる。本研究では以下のルールを設定して、リアルな鳥の行動が表現できるかの実験を行う。

- ・鳥が餌の方向へ移動する動き
- ・鳥が集団を形成する動き

“Bird Behavior Simulation Taking into Account Mutual Actions with Human Being”

Hiroki OGAWA, Tomokazu ISHIKAWA, Masanori KAKIMOTO  
School of Media Science, Tokyo University of Technology, 1404-1 Katakura-machi, Hachioji-shi, Tokyo 192-0982 Japan

- ・同じ種類の鳥同士が衝突を避ける動き
  - ・人間を避ける動き
  - ・自分よりも大きな種類の鳥を避ける動き
- これらの動きの実現方法として、種類番号  $s$  の  $t$  番目の個体に作用する力は式(3)で表す。

$$F_{s,t} = -\frac{nA}{r^{n+1}}\hat{r} - n\sum_{i=1}^N A_i \sum_{j=1}^{k_i} \frac{\hat{r}_{i,j}}{r_{i,j}^{n+1}} + m\sum_{i=s}^{N+1} B_i \sum_{j=1}^{k_i} \frac{\hat{r}_{i,j}}{r_{i,j}^{m+1}} \quad (3)$$

$N$  は種類の数、 $k_i$  は種類  $i$  の個体数、 $r$  は餌までの距離、 $r_{i,j}$  は種類  $i$  の中の  $j$  番目の個体との距離を表し、自分との距離  $r_{s,t}$  が現れる項は無視する。種類番号  $s$  は個体のサイズが小さな種類ほど小さい値になるように定める。これは、個体のサイズが大きな種類の鳥から受ける作用を計算するためである。式の第 2 項では全ての個体が引力によって集団を形成しようとする作用計算を行っている。式の第 3 項では計算する個体よりも大きい種類の鳥と人間 ( $N+1$  番目の種類) から斥力を受ける作用計算を行っている。

鳥の力関係によって押しのけられる動作をシミュレートした (図 3(a)~(c))。白は小さな個体の鳥、紫は大きな個体の鳥を表す。個体は自分より大きな個体から斥力がかかる。その結果、小さな個体は大きな個体に押しのけられるような表現が可能になる。

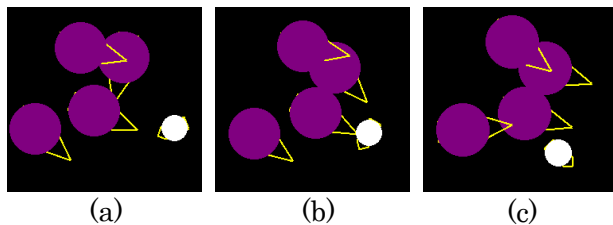


図 3 餌場での力関係

### 3.3 リアリティの付加

よりリアルなシミュレーションを実現するために、鳥の 3D モデルを利用する。また、鳥の陸上行動を分析した結果、観測できた動作をアニメーションとして 3D モデルに適用する。適用する動作は以下の通りである。

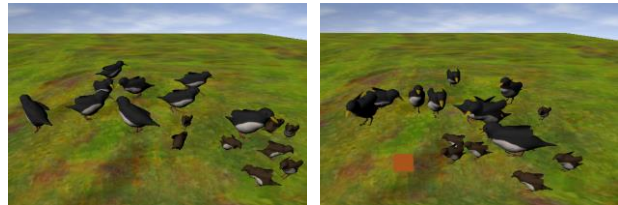
- ・鳥の歩行時の動き
- ・鳥の採食行動時の首の動き

## 4. 実装・結果

鳥の行動をシミュレートした結果を示す。図 4 は人間が餌を与えた場合の行動である。オレンジ色の四角形は餌を表す。鳥の餌が置かれると引力がかかる。その結果、鳥たちが餌に向かって進路を取る動きが再現できた。図 5 は大きな

個体を避ける行動である。

本シミュレーションでは、 $A$  に 70,000、 $A_i$  に 20,000、 $B_i$  に 350,000 (同種類の鳥に対しては 200,000)、 $n$  に 1、 $m$  に 2 の値を設定した。



(a) 給餌直前 (b) 給餌直後  
図 4 給餌したときの鳥の反応



(a) (b) (c)  
図 5 大きな個体を避ける動き

## 5. おわりに

本研究では、鳥の採食時におけるリアルな行動を表現する手法を提案することを目的とした。提案手法として、採餌場での数パターンの鳥の行動をルールとして設定した。また、リアリティを付加するために、3D モデルとアニメーションを適用した。それによって、鳥の採餌時の行動を表現することができた。

今後の課題として、鳥が人間に対して次第に慣れていく様子の再現が挙げられる。また、採餌場での鳥のはばたきを考慮した動きもある。これらの作用を導入することができれば、よりリアルな鳥の行動を表現することができると考えられる。

## 参考文献

- [1] Craig W. Reynolds: "Flock, herds, and schools: A distributed behavioral model", In Proc. SIGGRAPH' 87, 25-34. (1987)
- [2] 磯貝紘二: "鳥や昆虫の羽ばたきによる飛翔の数値シミュレーション", 日本流体力学学会数値流体力学部門 Web 会誌 12(3) (2005)
- [3] Betts MM: "The food of titmice in oak woodland", J. Anim. Ecol. 24: 282-323. (1955)
- [4] 浦田亜希子: "ヤマガラとシジュウカラの給餌台における採食行動の比較", 日本鳥学会誌 52(2): 107-111. (2003)
- [5] Nintendogs. 任天堂. (発売), 2005
- [6] おしゃべりオウム. スターフィッシュ・エスディ. (発売), 2009