

エージェントの群行動の挙動獲得

北見工業大学 ○芹澤信春, 渡辺美知子

要旨

人工生命 (Artificial Life) の Boid をエージェントとして取り扱い, Separation (分離), Alignment (整列), Cohesion (結合) のルールによるエージェントの群行動の挙動獲得, 環境の変化やエージェントに機能が追加された場合等の群行動の挙動獲得の数値シミュレーション実験を行い報告する.

1. はじめに

動物の中には蜜蜂や蟻のように群をなして行動するものが多く存在する. また鳥, 魚などのように, 動物の群行動には全体の動きを統率する特別な個体が存在しなくても, 全体に自律的な挙動が創発されるものがある. 自然界の群れの行動をシミュレーションする手法として人工生命「boid モデル」¹⁾がある.

本研究では, Boid をエージェントとしての扱いは3つの簡単なルールに基づいた各仮想生命体の群行動の挙動獲得をシミュレーションし, その有効性の検証及び考察を行うことを目的とする.

2. エージェントと群行動

エージェントとは, 環境 (Environment) の状態を知覚し, 行動を行う事によって, 環境に対して影響を与えることのできる自律的主体であると大内らが定義している²⁾. このエージェント機能を仮想生命体に用いることによって, エージェント群の各エージェントの環境のみを知覚することで群行動の獲得が可能である. 群行動とは, 群れを形成する事によって捕食される危険性を低くしたり, 逆に餌を発見し獲得しやすくなりしたりするなどの効果があると期待されている³⁾⁴⁾.

3. 人工生命 (Artificial Life) システム

C. Langton が提唱している Artificial Life システムは, 以下の特徴を持っている.

- 1) 単純なプログラム (構成要素) の集合である
- 2) 他の構成要素全てに指示する構成要素は存在しない
- 3) 各要素は, 局所的環境下でどのように反応するかを定義する
- 4) システム全体の挙動を決定するルールは保持しない
- 5) 全体的な挙動は創発的 (emergent) である

本研究で用いる群モデルの各構成要素は, 上記の特徴を持つ事とする. また局所環境下での各要素の行動は, 以下に述べる Boid モデルを採用する.

4. ボイド (Boid) モデル

Boid モデルは, 1987 年に Craig. W. Reynolds により提案された理論である. Boid モデルにおいて各エージェントは Separation (分離), Alignment (整列), Cohesion (結合) の3つのルールに従って行動する事で自然界での鳥や魚の群行動のシミュレーションを実現する. 以下に, エージェントの局所的環境下における3つのルールについて述べる.

Fig. 1~Fig. 3 では, 円の中心の黒いエージェントが自己エージェント, 中心付近の白が他エージェントを示している. また, 内側, 中側, 外側の円の領域は3つのルールを実行させるセンサ領域を示している. ここで用いる3つのル

ルは, 成瀬ら⁵⁾が提案しているルールを採用している.

(1) Separation 【分離】

Fig. 1 のように, 他エージェントが内側の円のセンサ領域内に入ろうとした時, ぶつからないように距離を取るための斥力の和. 自己エージェントの位置を x , 各近傍エージェントの位置を x_i , 距離を d_i とした時の大きさを式 (1) に示す.

$$F_s = -\sum k_c \frac{x_i - x}{d_i^2} \quad (1)$$

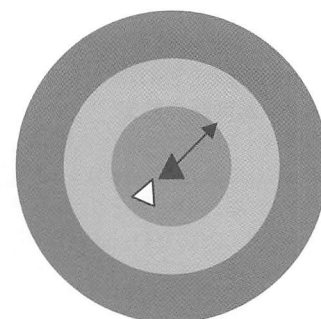


Fig. 1 Separation

(2) Alignment 【整列】

Fig. 2 のように, 他エージェントが中側の円のセンサ領域内にいる時, 周囲の平均速度に合わせる力. 自己エージェントの速度を v , 各近傍エージェントの速度を v_i とした時の大きさを式 (2) に示す.

$$F_A = \sum_i k_A (v_i - v) \quad (2)$$

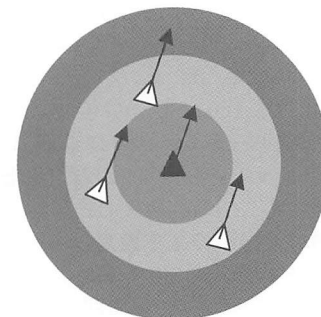


Fig. 2 Alignment

(3) Cohesion 【結合】

Fig. 3 のように, 他エージェントが外側の円の領域内にいる時, 近傍エージェントと離れすぎないための引力の和とし, 群れの重心へ向かう力とする. 群れの重心位置までの座標を d_g , 距離を d とした時の大きさを式 (3) に示す.

$$F_C = k_c \frac{d_g}{d} \quad (3)$$

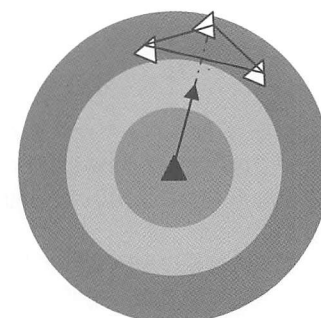


Fig. 3 Cohesion

5. 数値シミュレーション実験

シミュレーション実験の実験条件は以下のとおりである。

センサ領域 : 360°
フィールド : 500×500
エージェント : 50

【実験 1】 Separation

実験 1 では、エージェントが互いにぶつからないように距離を取り合う Separation のルールのみを採用している。Fig. 5 はフィールド中央部付近にエージェントを発生させる。各エージェントが Separation のセンサで反応し、互いに離れる方向に向かっている。その様子が Fig. 6 である。

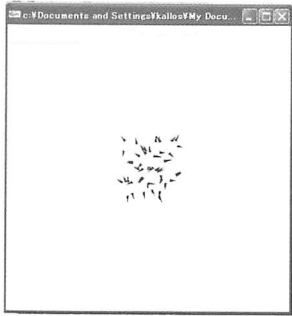


Fig. 5 An Initial state of Boid

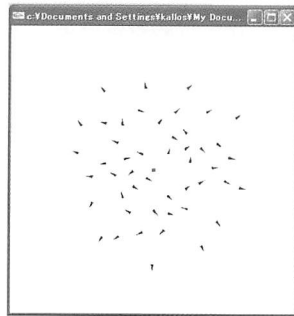


Fig. 6 A flocks behavior of Boid (Separation)

【実験 2】 Cohesion

実験 2 では、周囲にエージェントの群れが存在する場合群れの中心方向へ移動する Cohesion のルールのみを採用している。Fig. 7 は、フィールドの全体にエージェントを発生させている。各エージェントのセンサ領域内において Cohesion のセンサで反応し、重心方向に向かって群行動を行っている。その様子が Fig. 8 である。



Fig. 7 An Initial state of Boid



Fig. 8 A flocks behavior of Boid (Cohesion)

【実験 3】 Alignment

実験 3 では、エージェントの周囲の群れの移動速度と向きに合わせて移動する Alignment のルールのみを採用している。Fig. 9 は、フィールド中央部付近にエージェントを発生させている。各エージェントのセンサ領域内において Alignment のセンサで反応し、整列しながら右上方向に群行動を行っている。その様子が Fig. 10 である。

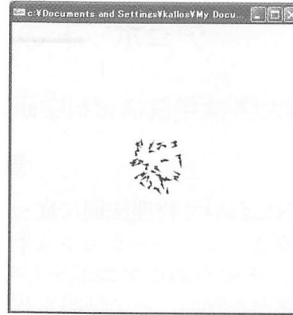


Fig. 9 An Initial state of Boid

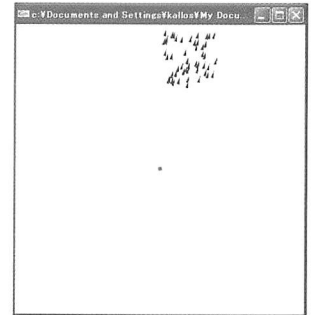


Fig. 10 A flocks behavior of Boid (Alignment)

【実験 4】 Boids

実験 4 は、実験 1～3 の全てのルールを適応させた Boid モデルである。Fig. 11 はフィールドの全体にエージェントを発生させている。各エージェントのセンサ領域内において各センサで反応し、鳥のような群行動を行っている。その様子が Fig. 12 である。

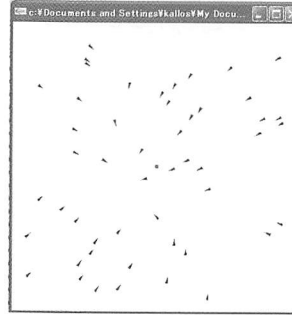


Fig. 11 An Initial state of Boid

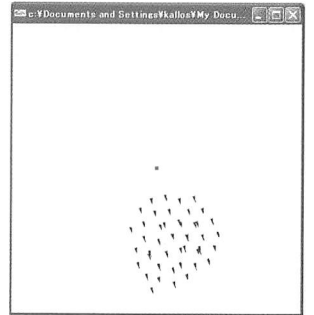


Fig. 12 A flocks behavior of Boid (Boids)

7. おわりに

本研究では、Boid に基づいて群行動の獲得のために基本的なシミュレーション数値実験を行った。今回の結果として、各エージェントが一定の距離を保持しながら群行動を行っていることが確認された。しかしながら、シミュレーションを数回試行していると群れが一つに集結せず、複数の小さな群れができるという現象が起こった。解決策としては、チームリーダーを与えればこの問題は解決されると考えられる。他にも障害物を与えられた時、外敵が現れた時などの群行動の獲得を得るのが今後の課題である。

8. 文献

- 1) C. W. Reynolds, "Flocks, herds, and schools: A distributed behavioral model," SIGGRAPH, 87 Conference Proceedings, vol. 21-4, pp. 25-34, 1987.
- 2) 大内東, 山本雅人, 川村秀憲, "マルチエージェントシステムの基礎と応用", コロナ社, 2002
- 3) 日高敏隆, "動物の行動と社会", 放送大学教育振興会, 1996
- 4) 上田恵介, "鳥はなぜ集まる? - 群行動の行動生態学", 東京化学同人, 1990
- 5) 末永圭吾, 成瀬継太郎, 久保正男, Boids モデルを用いたマルチエージェントの群れの制御, 本機会学会ロボティクス・メカトロニクス講演会講演論文集, 2P2-G10(1)-(2), 2008