

# StarLogo を用いたマルチエージェントシミュレーション

2008MI134 宮川 雅有

指導教員：小藤 俊幸

## 1 はじめに

私はプログラミングがあまり得意ではない。だが、最後の研究なのでどうしてもプログラミングを使ったシミュレーションがしたかった。よって、今回のシミュレーションでは、初心者でもわかりやすく、教育教材としても定評がフリーソフトの StarLogo を用いてシミュレーションを行っていきたいと思う。アリは行列作って餌を運ぶが、リーダーはいないことが生物学的にわかっている。なぜリーダーがいなくても行列ができるのか。そこでこの StarLogo を用いてアリが行列できる理由を説明したいと思う。

## 2 StarLogo とは

StarLogo とは、「Swarm」と並び有名なマルチエージェントシミュレータが、MIT (マサチューセツ工科大学) のメディアラボで開発された「StarLogo」である。この「StarLogo」はオブジェクト指向の「Logo 言語」をベースとしたシミュレータである。

### 特徴

StarLogo は少ないコード量で複雑な系のモデルが作れ、基本的なプログラミング言語 Logo を使用しており、習得しやすい。また 二次元空間にエージェントを GUI で配置するモデリングの簡便さも持っている。

## 3 StarLogo の世界と住人

StarLogo において、モデルの作成者は、モデル化しようとする世界をこのグラフィックキャンパスの中に構築する。StarLogo はこのモデル化に必要な構成員とモデルの動きを指示するプログラム環境、および操作環境を提供する。StarLogo が提供する基本的な構成員を、仮に「住人」(プロジェクト) とおく。

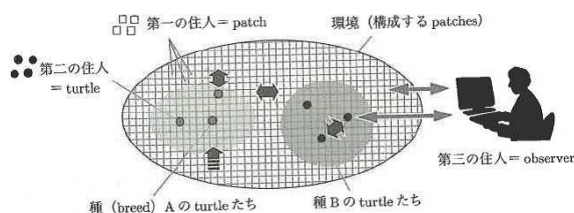


図 1 モデルの構成員

図 1 は StarLogo の住人とモデルを作成する人の関係を示したイメージ図である。登場する住人は 3 種類ある。グラフィックキャンパスのなかに、碁盤の目のように仕切られた領域がある。この領域がシミュレーションの行われる舞台である。

その世界は正方形の細かいタイルが敷き詰められている。第一の住人はこのタイル一枚一枚である。一枚一枚を

patch と呼んでいる。

第二の住人は turtle (亀) と呼ばれる人工の生き物である。本物の亀のように、生まれたり、動き回ったり、死んだり、生きた亀のような行動をすることができる。さらに本物にはない能力を持つことができる。そして、現実には存在しない仮想の生物を次々と作りだして見立てることができる。このような工夫によってこの人工の生き物は、単なる生き物としてだけでなくあらゆるものに見立てることが可能である。第二の住人の行動範囲は patch が敷き詰められた世界に閉じこまれており、止まる位置は一枚一枚の patch の上である。

第三の住人は observer と呼ばれる人物である。observer は patch が敷き詰められた世界にはいない、第一の住人や第二の住人が住んでいる世界を鳥瞰図的に離れた位置から観察したり制御したりする住人である。具体的には先の住人達 (patch や turtle) を生みだしたり、消したり、住人の数を数えたり、グラフを作ったりする。この第三の住人は StarLogo を操作する我々でもある。 [1]

## 4 アリの行動仮説

アリの行動仮説を立てそれに基づいてプログラムを作る。アリの一匹一匹のルールを以下のように仮定する。

- (1) 餌を探しているアリは、
  - ・ 餌を見つければ、
- 1 餌を見つけたことを示す印 (フラグ) を自分の状態変数に保持します (例えば、ある状態変数の値を true にする)。
- 2 餌を餌場から持ち出すと餌場の餌の量は減少する。餌場を示すある値を減らす (例えば、餌場であることを示す環境 (patch) の状態変数の値を減らす)。
- 3 移動するたびに落とす化学物質 B の量をセットする。
- 4 最後に、向きを 180 度変えて、前に進み、餌を探す行動から外れる。
  - ・ 餌が見つからない時は、
- 1 餌のありかを示す化学物質 B がある値以上ならば 1 ステップ前進する。
- 2 ある値以下なら、
  - その値が、ある値より小さい場合には、ランダムに前進する。
  - そうでなければ (ある値の範囲に入っている)、周り (前と左、右 45 度) の化学物質 B の値一番大きい値のほうへ 1 ステップ前進する。
- (2) 餌を見つけたアリは、以下の帰巢行動を始める。
  - ・ 巣の中にいれば、
- 1 持っている餌を降ろす。
- 2 向きを 180 度変えて、前へ 1 ステップ進む。

### 3 帰巣行動の手順を抜け出る。

・巣の中にいなければ、  
1 巣に戻るためには、巣の位置を示す何らかの印が必要になる。その印とは、巣からの距離に従って、反比例するような化学物質Aが地面に染みこんでいると仮定する。この印を読み取ることで巣に戻る行動を起こす。

2 餌を見つけたという情報を伝えるため、  
餌を見つくと、一定の揮発性の化学物質Bを地面に落しながら帰巣する。  
地面に落とす化学物質Bの量をだんだんと少なくする。  
落とす量がある値以下になったら、落とす量のある値に固定する。

### (3) 環境の変化として

・化学物質Aの濃度（巣への距離反比例する値）は、時間的には変化しない。  
・化学物質Bは、周りの環境へ除々に拡散すると同時に時間とともに発散するため、濃度は時間がたつにつれて減少する。

## 5 実験結果

このプログラムを使い実験を行った。今回は化学物質Bの蒸発率、拡散速度が低い時と高い時の場合を行った。

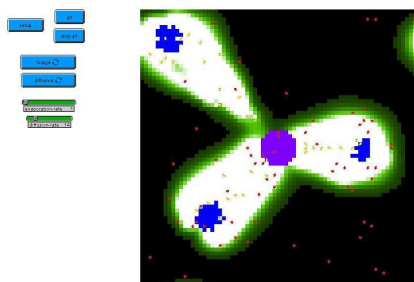


図2 蒸発率が低い時

蒸発率が低い時は化学物質Bの濃度が下がりにくい(化学物質Bの濃度が蒸発しにくい)ので図には白色の部分が増えている。よって餌の場所がわかりやすくなり白色の部分にアリが集まりやすくなっている。

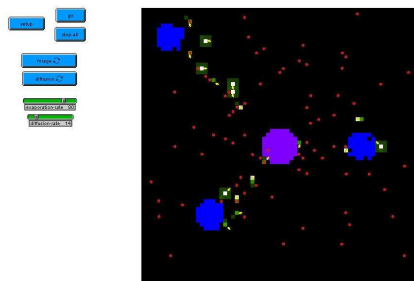


図3 蒸発率が高い時

蒸発率が高い時は化学物質Bの濃度が下がりやすいため(化学物質Bの濃度が蒸発しやすい)図には白色の部分が増えている。よって餌の場所を見つけることが難しいのでアリはいろいろな所に散ってしまい餌を運ぶ効率がわるくなってしまふ。

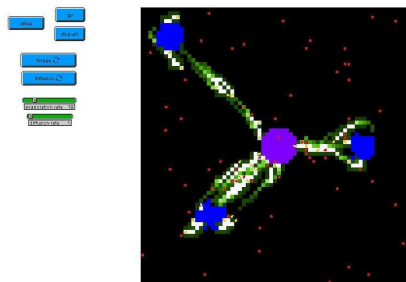


図4 拡散速度が低い時  
拡散速度が低い時は化学物質Bの拡散速度が遅くなるので白色の部分が発生するのが遅くなりアリが気づきにくくなり行列ができにくい蒸発率が高いときほどではない。

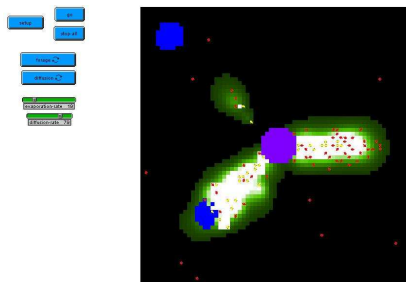


図5 拡散速度が高い時

拡散速度が高い時は化学物質Bの拡散速度が早くなるので白色の部分が発生するのが早くなりアリが気づきやすいため行列ができやすい蒸発率が低いときほどではない。

## 6 結論

以上のことより、蒸発率が低い時、拡散速度が高い時、拡散速度が低い時、蒸発率が高い時の順に行列ができやすいということがわかり、化学物質Bの蒸発率が低く、かつ拡散速度が早ければ早いほど行列ができやすい。

よってアリにはリーダーが存在しなくても行列が現れること証明できた。

## 参考文献

- [1] 本郷 健:編著 斎藤 実・須藤 崇夫・堀口 正史:著『StarLogo プログラミング情報教育にいかす分散処理シミュレーション』, 電機大出版局, 東京, 2009.
- [2] StarLogo ダウンロードサイト  
<http://education.mit.edu/starlogo/>