

## 任意トポロジーをもつ面上におけるアリの群集シミュレーション

佐藤 靖之 藤代 一成 大野 義夫

慶應義塾大学理工学部情報工学科

## 1 背景と目的

近年の群集シミュレーションでは主に人間が取り扱われている。そのため、足場が平面での研究が多い。人間にとって足場の変化は、多少の起伏や、建物の階層などが限界だからである。

本研究は、任意トポロジーをもつ面上におけるアリの群集シミュレーションを生成することを目的としている。面情報をもとにして各三角ポリゴンデータの隣接関係を定義することで群集シミュレーションの足場を生成する。エージェントとして、3Dポリゴン上を自由に動き回れるアリに着目し、ポリゴン上を這わせることで群集シミュレーションを実現することを目的とする。

アリはコロニーを形成して生活する社会性昆虫の典型例である。アリ同士はフェロモンを利用したコミュニケーションを行うことが知られており、例えば餌を探る際に互いにフェロモンを分泌・追従しあうことで長い行列を形成し、効率の良い行動を行うと考えられている [1]。

そのようなアリ自体の動きにも注目し、フェロモン情報を用いたアリ独自の行動シミュレーションを生成することを目的とする。

## 2 手法提案

## 2.1 ポリゴンの隣接関係定義

正しくポリゴン上を移動させるために、各ポリゴンデータの隣接関係を定義する。

本研究では、面情報をもとに三角ポリゴンの隣接関係を定義した。この方法では、各三角ポリゴンが自身を形作る3頂点と隣り合う三角ポリゴンの面番号を記憶する。それによって各ポリゴンがどのポリゴンと隣接するかを知ることができる (図 1)。

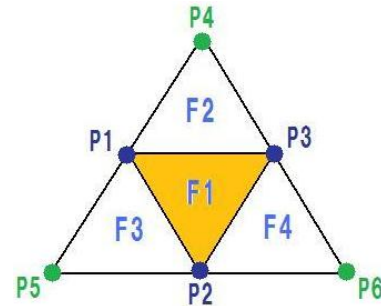


図 1: 三角ポリゴンデータ構造の隣接関係定義の例。面 F1 は自身を構成する頂点 P1, P2, P3 と隣接する面 F2, F3, F4 を記憶する。

## 2.2 アリの群集シミュレーション

ポリゴン上を這わせるためにアリの群集を作成する。

本研究では、各個体を黒い点で表わし、巣と餌を行き来する様子をシミュレートする。巣は赤球、餌は青球で表わす。また、計算量を少なくするために各個体は各ポリゴンの辺を通ることとする。

まず初めに巣から設定した数だけ個体を発生させる。各個体はランダムな方向にランダムな速さで移動する。基本的にはこの動きを継続するが、もし餌に近づいた場合、その個体の動きに変化を与える。

餌と隣り合う頂点に移動してきた個体は必ず餌のある頂点に移動するものとする。そして餌まで辿り着いた個体は、巣に戻る。餌から巣への最短経路はダイクストラの方法 [2] を用いて導き出し、その経路を通るものとする。餌に辿り着いた個体が巣に戻る際、通ってくる各頂点に餌の位置までのルートを記憶させる。これが実際のアリの世界のフェロモンの役割を果たす。他の個体がもしフェロモンの付いた頂点に来た場合、その個体はフェロモンを辿って餌までやってくる。そして餌を見つけた個体は、初めに餌から巣に帰った個体と同じルートを通して、フェロモンを残しながら巣まで戻ってくる。

アルゴリズムを図 2 に示す。

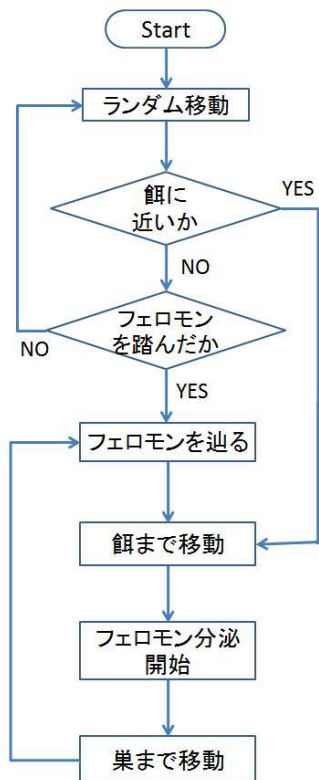


図 2: アリの行動アルゴリズム

### 3 実行結果

実行結果を図 3, 図 4 に示す。

図 3 は Stanford Bunny を足場として, 1000 匹のアリを動かしている。Stanford Bunny の頂点数は 1889, 面数は 3851 である。ポリゴン数の少ないオブジェクトだとアリの動きが不自然に見えるが, ある程度ポリゴン数の多いオブジェクト上ならば自然な動きのように見える。また, ポリゴン数の少ないオブジェクトでも, 時間が経てば, ランダム移動により不自然さは軽減される。更に時間が経つとフェロモンの作用によって巣と餌の間に個体が集まってくるのがわかる。

図 4 は種数が 1 のトーラスを足場として, 1000 匹のアリを動かしている。このポリゴンの頂点数は 1024, 面数は 2048 である。種数が変化しても, アリが巣と餌の間に行列を作っているのがわかる。

### 4 まとめと今後の課題

本稿では, 三角ポリゴンの面情報による各ポリゴンの隣接関係定義と, アリ独自の行動シミュレーションを提案した。

今後の課題として以下のことが挙げられる。

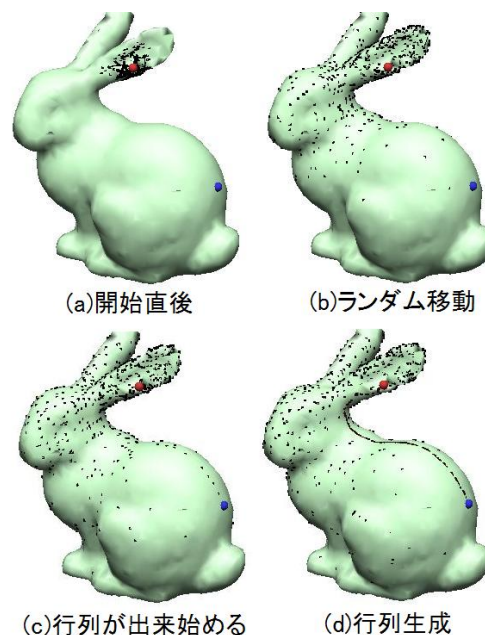


図 3: 実行結果画像

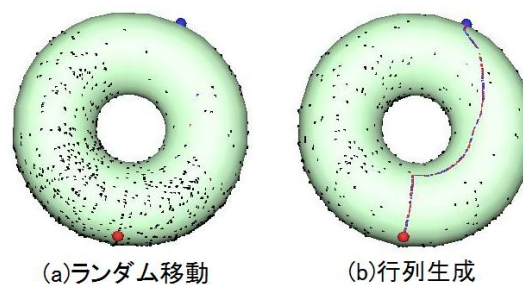


図 4: 種数が 1 のトーラスでの実行結果画像

- 各個体にアリの形・動きをもたせ, リアルなエージェントを作成する。
- 辺上だけでなく面上を動けるように改良し, アリ独自の行動をより調査することで, エージェントの行動に幅をもたせる。
- ユーザインタフェースを工夫し, 巣と餌の位置などの設定をシミュレーションの途中で変更できるようにする。

### 参考文献

[1] 山岡亮平: アリはなぜ一列に歩くか, 大修館書店, 1995 年.  
 [2] 石畑清: アルゴリズムとデータ構造, 岩波書店, 1989 年.