



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

Curso: Engenharia da Computação	Ano / Semestre: 2024 / 2
Disciplina: Inteligência Artificial	Professor: Thales Levi Azevedo Valente
Tema: Agentes - Modificando o Modelo de Formigas em NetLogo	
Aluno: Lucyene Pinheiro Neves	Código: 2020010394

ATIVIDADE AVALIATIVA PARA A DISCIPLINA DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Agentes - Modificando o Modelo de Formigas em NetLogo

Agentes - Modificando o Modelo de Formigas em NetLogo

1. INTRODUÇÃO

O referido projeto tem como objetivo colocar em prática os conceitos compreendidos no estudo dos fundamentos da inteligência artificial, principalmente quanto à modelagem baseada em agentes - sistemas inteligentes autônomos que realizam tarefas específicas sem intervenção humana - através da adaptação do modelo de formigas desenvolvido no NetLogo ([NetLogo Ants Model](#)). O NetLogo foi escolhido por apresentar uma versatilidade de modelos e simulações de sistemas baseados em agentes, sendo projetado, principalmente, para permitir a exploração de comportamentos emergentes em sistemas complexos, como colônias de formigas, tópico desse projeto ([About NetLogo](#)).

No contexto dos modelos de formigas no NetLogo, a modelagem baseada em agentes é, particularmente, adequada para o estudo do comportamento coletivo de formigas em atividades como busca por alimentos. As formigas são modeladas como agentes independentes, que seguem regras simples e dinâmicas de busca por comida e interação em um ambiente com diversos elementos, como fogo, folhas e muralhas, além de fontes de alimentos e de movimentação baseada em feromônios.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As formigas apresentam comportamentos baseados em organização coletiva e cooperação. O processo de busca por alimentos dá-se, principalmente, pela exploração do ambiente de forma aleatória, deixando rastros químicos (feromônios) para guiar outras formigas até a fonte de recurso encontrada.

É possível mencionar que esse comportamento serviu como inspiração para algoritmos de otimização como o Ant Colony Optimization (ACO), aplicados a problemas de caminhos ótimos em redes de transporte e roteamento, simulando como as formigas reforçam trilhas viáveis enquanto exploram alternativas ([Comportamento de Formigas](#)).

3. METODOLOGIA

No modelo original, as formigas buscam por comida de forma autônoma, deixando rastros de feromônios e seguindo esses rastros para otimizar a busca. Nesse cenário, foram realizadas algumas modificações para personalizar o modelo em questão:

- **Ambiente:**
 - Adição de elementos como muralhas, fogo e folhas.
 - Fontes de alimento com diferentes identificadores.
- **Formigas:**
 - Variável de tamanho que diminui em contato com fogo e aumenta ao encontrar folhas.
 - Tempo para sair do ninho.
 - Mudam de cor de acordo com a comida que estão carregando.
 - Voltam ao tamanho original após deixar comida no ninho.
- **Interações:**
 - As formigas evitam o fogo e a muralha.

- Liberação de feromônios ao retornar ao ninho com comida.

4. ESTRUTURA E FUNÇÕES DO CÓDIGO

O código desenvolvido foi estruturado de forma a organizar e facilitar sua leitura e compreensão. Algumas das principais funções são:

- **Patches-own:** Define as propriedades específicas de cada "patch" no ambiente.

Figura 1: Função Patches-own

```
patches-own [
  chemical          ;; Quantidade de feromônio no patch
  food              ;; Quantidade de comida no patch
  nest?             ;; Se o patch é um ninho
  nest-scent        ;; Quantidade de cheiro do ninho
  food-source-number ;; Identificador da fonte de alimento
  wall?            ;; Se o patch é uma parede
  fire?            ;; Se o patch contém fogo
  folha?           ;; Se o patch contém uma folha
]
```

Fonte: Acervo pessoal

- **Setup:** Configura o ambiente inicial, incluindo a criação das formigas, muralhas, patches de fogo e folhas.

Figura 2: Função Setup

```
to setup
  clear-all                ;; Limpa o mundo
  set evaporation-rate 5    ;; Define taxa de evaporação dos feromônios
  ask patches [ set pcolor BLACK ] ;; Define a cor dos patches como preto
  set-default-shape turtles "bug" ;; Define o formato das formigas como "bug"

  create-turtles population [ ;; Cria as formigas (turtles)
    set size 2                ;; Define o tamanho das formigas
    set original-size size     ;; Armazena o tamanho original
    set color red              ;; Define a cor das formigas como vermelha
    set time-to-leave random 10 ;; Define um tempo aleatório para cada formiga sair
  ]

  setup-patches              ;; Configura os patches (mundo)
  move-outside-nest          ;; Move as formigas para fora do ninho
  reset-ticks                ;; Reseta o contador de tempo (ticks)
end
```

Fonte: Acervo pessoal

- **Go:** Controla o ciclo contínuo de simulação, incluindo o movimento das formigas e suas interações com o ambiente.

Figura 3: Função Go

```
to go
;; Verifica se ainda há formigas no mundo
if (count turtles) = 0 [
  setup ;; Reinicia o mundo se não houver formigas restantes
]

ask patches [
  if fire? [ set pcolor orange ] ;; Se for um patch com fogo, altera a cor para laranja
]
ask patches [
  if folha? [ set pcolor green ] ;; Se for um patch com folha, altera a cor para verde
]

tick ;; Avança o contador de tempo (ticks)
```

Fonte: Acervo pessoal

- **Uphill-Chemical e Uphill-Nest-Scene:** Essas funções controlam o movimento das formigas ao longo de gradientes químicos.

Figura 4: Função Uphill-chemical e Uphill-nest-scene

```
to uphill-chemical
;; Verifica os cheiros à frente, à direita e à esquerda da formiga
let scent-ahead chemical-scent-at-angle 0
let scent-right chemical-scent-at-angle 45
let scent-left chemical-scent-at-angle -45
> if (scent-right > scent-ahead) or (scent-left > scent-ahead) [ ...
]
end

to uphill-nest-scent
;; Segue o cheiro do ninho
let scent-ahead nest-scent-at-angle 0
let scent-right nest-scent-at-angle 45
let scent-left nest-scent-at-angle -45
> if (scent-right > scent-ahead) or (scent-left > scent-ahead) [ ...
]
end
```

Fonte: Acervo pessoal

- **Look-for-food:** Responsável por orientar as formigas na busca por comida.

Figura 5: Função Look-for-food

```
to look-for-food
;; Se o patch tiver comida, a formiga coleta
if food > 0 [
  set color pcolor ;; Muda a cor da formiga para a cor da comida
  set food food - 1 ;; Reduz a quantidade de comida no patch
  rt 180 ;; Vira 180 graus para retornar ao ninho
  stop ;; Finaliza o procedimento de busca
]
;; Se houver feromônio, a formiga segue o rastro
if (chemical >= 0.05) and (chemical < 2) [
  uphill-chemical ;; Segue o rastro de feromônio
]
end
```

5. RESULTADOS E ANÁLISES

O modelo desenvolvido permite a observação de comportamentos como o da busca por comida, em que as formigas seguem rastros de feromônios de forma eficiente, mas apresentaram dificuldades em ambientes com alto nível de patches de fogo, que diminuíram o tamanho das formigas e, em alguns casos, as levando à morte. Em compensação, os patches de folha ajudaram-nas a recuperar seu tamanho, aumentando a expectativa de vida.

Outro aspecto a ser observado é o reset automático do ambiente, em que, durante as simulações, foi implementado um mecanismo de reinicialização do ambiente caso todas as formigas morram ou todo o alimento seja recolhido. Tal recurso permitiu observar múltiplos ciclos de comportamento no mesmo experimento, e avaliar o impacto de diferentes configurações iniciais. A reinicialização destacou a importância dos patches de folha para a recuperação das formigas, uma vez que em ambientes sem folhas, a mortalidade foi consideravelmente alta antes do reset.

Outros pontos de análise estão relacionados à adaptação das formigas ao ambiente, sendo diretamente influenciado pela presença de patches de folhas e fogo, bem como a possibilidade de implementação de atributos como memória, o que permitiria a otimização no caminho de retorno ao ninho, por exemplo. A inserção da muralha no ambiente está relacionada à maior segurança do ninho, com o intuito de dificultar o acesso de possíveis predadores. Ademais, a inserção de um predador, de classe de formigas e de uma formiga rainha poderiam aumentar o desafio do modelo desenvolvido.

6. CONCLUSÃO

As simulações realizadas neste modelo mostraram que as formigas se adaptaram bem às condições propostas, embora elementos como o fogo tenham introduzido desafios. A presença de folhas mostrou-se crucial para equilibrar o impacto negativo do fogo, permitindo a recuperação do tamanho das formigas e aumentando sua sobrevivência. Também, o mecanismo de reset do ambiente, implementado para reiniciar o mundo caso todas as formigas morressem ou todo o alimento fosse consumido, permitiu análises contínuas do comportamento desses insetos em situações adversas, e destacou o impacto das configurações iniciais, como a distribuição de recursos e obstáculos. Apesar de possuir diversas limitações lógicas e técnicas, o projeto de modificação do modelo de formigas proposto apresenta um leque de possibilidades de expansão e desenvolvimento para que seja aperfeiçoado.