

Modelagem em multithread da interação entre colônias de formiga

Germano Andrade, João Alcindo e Tiago da Silva

14 de Abril de 2022

Conteúdo

1	Introdução	1
2	Desenho dos agentes	1
2.1	Movimento das formigas	2

1 Introdução

Neste documento, vamos descrever os aspectos que enformaram nossas implementações e caracterizaram as nossas decisões de modelagem; contemplaremos, além disso, situações tremendamente atribuladas que caracterizaram tanto a implementação serial – em uma thread – quanto a multithread deste sistema. Na seção seguinte, portanto, introduzimos os atributos gerais de nosso programa, enfatizando como os agentes – as formigas, os formigueiros, as comidas e os objetos subjacentes, como os mapas e as coordenadas – foram desenhados, e apontando, também, para a contemplação dos mecanismos que ensejam sua interação.

Na seção subsequente, vislumbramos os alicereces que culminaram na versão multithread do programa, explicitando a utilização de variáveis de exclusão mútua, de variáveis de condição e de semáforos com o objetivo de lograr as idiosincrasias inconvenientes da programação paralela, como as condições de corrida e a inanição (*starvation*).

2 Desenho dos agentes

A simulação da interação entre formigueiros contempla, neste cenário, múltiplos agentes; em um momento inicial, portanto, é importante que os caracterizemos, garantindo que eles possam interagir consistentemente durante a simulação. Em nossa implementação, em particular, identificamos cada agente com uma classe; alguns gozam de múltiplas instâncias (como o agente **Ant**, formiga), e outros, não (como o agente **Map**, mapa). Explicitamente, introduzimos as classes

1. **Anthill**, formigueiro,
2. **Ant**, formiga,
3. **Food**, comida,
4. **Map**, mapa e
5. **Tile**, azulejo (ou, equivalentemente, coordenada);

elas estão, assim, descritas na Figura 1. Perceba, logo, que as formigas estão amarradas ao formigueiro e, além disso, interagem com ele, incrementando o seu armazém de alimento; em contraste, a interação entre as formigas e a comida consiste no decremento de um atributo – o volume da instância de comida; por outro lado, as formigas não modificam, objetivamente, os atributos das coordenadas do mapa – eles que, na verdade, rastreiam, em uma tabela hash (em que as chaves correspondem aos nomes dos formigueiros) de pilhas, as formigas depositadas neles em cada iteração. Esta é, aliás, a interação mais crucial da simulação: as formigas se movem pelo mapa, identificam a comida, a capturam e, em um deslocamento para o formigueiro, incrementam o seu armazenamento de alimento. Nestas condições, o movimento das formigas é delicado; ele é, desta maneira, o tópico da seção seguinte.

2.1 Movimento das formigas

Em cada iteração, há incisivamente um tripleto de ações que as formigas podem executar: ou elas se movem aleatoriamente (método `moveRandomly`), ou elas se direcionam ao formigueiro (método `moveToColony`), ou elas procuram o alimento (método `moveToFood`; elas podem, também, entrar em combate; descreveremos, mais tarde, nossa aproximação para isso). Vislumbramos, nos itens seguintes, cada um desses movimentos.

1. `moveRandomly`. No movimento aleatório, identificamos as coordenadas em que a formiga está e, em seguida, capturamos seus vizinhos¹, verificando, importantemente, a sua existência (com esse objetivo, o método `getTile`, da classe `Map`, levanta uma exceção `BorderError`, sinalizando que o programa está acessando uma coordenada que transcende as bordas do mapa; o tratamento desta exceção, assim, garante a consistência da identificação das coordenadas vizinhas). Escolhemos, então, uma coordenada aleatoriamente; a probabilidade de uma instância ser escolhida é diretamente proporcional à quantidade de feromônio que ela contém² (a liberação de feromônios é contemplada na seção seguinte).

¹Que não contém alimento; as formigas não interagem com estes azulejos – elas modificam as instâncias da classe `Food` depositadas neles.

²Encetamos, para isso, gerando uma variável aleatória uniformemente distribuída no intervalo unitário da reta real; instanciamos, também, uma `array` com as somas acumuladas das quantidades de feromônios (mais um; por exemplo, um objeto com um feromônio teria peso igual a dois, e um com dois, igual a três) em cada coordenada, `cumSum`. Aplicamos, então, uma divisão de cada elemento de `cumSum` pela quantidade total de feromônios nas vizinhanças, e verificamos, assim, o intervalo correspondente à variável aleatória uniforme, que equivale à nossa escolha aleatória.

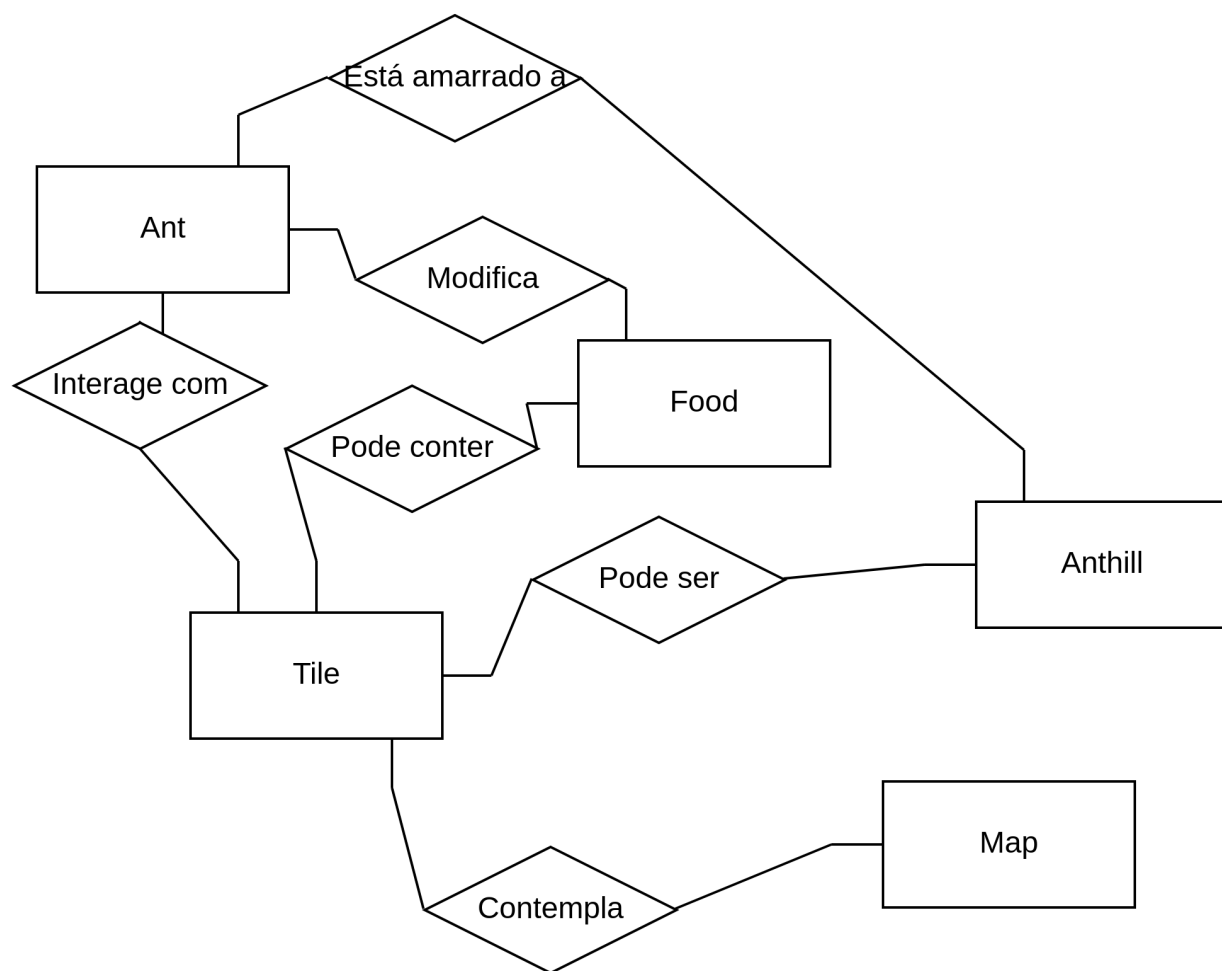


Figura 1: Modelagem e interação dos agentes na simulação.

2. **moveToColony.** Equipadas com alimento, as formigas se direcionam ao formigueiro – elas têm a informação de sua localização. Elas executam, para isso, um movimento retilíneo, implementado como uma adaptação do algoritmo de Bresenham: inicialmente, traçamos, no plano cartesiano, o segmento que amarra a coordenada atual da formiga à de seu formigueiro; na etapa subsequente, computamos a coordenada vizinha da formiga mais próxima deste segmento, e a movemos nesta direção.
3. **moveToFood.** As formigas envisionam, em seu movimento, coordenadas a uma distância caracterizada pelo atributo – do mapa; todas as formigas, em todos os formigueiros, gozam de campos de visão idênticos (contudo, poderíamos modificar a função que identifica instâncias de **Food** nas vizinhanças e distinguir a busca por comida para cada formiga – escolhemos, neste sentido, o desenho mais parcimonioso) –; portanto, elas podem verificar se há alimentos e executar um movimento informado. Neste caso, com as restrições de acesso simultâneo aos alimentos, este “movimento informado” pode, com efeito, consistir em aguardar e, possivelmente, lutar.

Em cada iteração da simulação, assim, cada formiga executa um movimento condicional ao seu estado atual: se ela estiver equipada com comida, ela, incondicionalmente ao seu ambiente, ao formigueiro; se não, ela escaneia o ambiente que a entorna e verifica se há alimentos – se houver, ela se direciona a eles e, se não, ela se movimenta aleatoriamente. Em algumas circunstâncias, ela escolhe lutar; postergamos a descrição desta ação, contudo, para as seções seguintes. Na seção seguinte, caracterizamos o movimento de formigas com comida e a introdução de feromônios.