

Inteligência Artificial: Relatório da implementação do sistema de comportamento emergente com *Ant Clustering*

Nadyan Surriel Pscheidt¹

¹Departamento de Ciência da Computação – Universidade do Estado de Santa Catarina
Centro de Ciências Tecnológicas – Joinville – SC – Brasil

nadyan.suriel@gmail.com

1. Introdução

Nos dias de hoje, dados são extremamente abundantes quando comparado aos anos mais primevos da computação. E essa quantidade irá aumentar de acordo com o aumento da complexidade e capacidade dos sistemas computacionais. E com isso, muitos dados importantes ficarão de certa forma escondidos nos bancos de dados, sendo que eles poderiam auxiliar no processo de decisão de uma organização [Jafar and Sivakumar 2010]. Nesse contexto, diversos métodos de organização e separação de dados surgiram, como o método do Grupo de Formigas aqui apresentado.

Por serem criaturas sociais e dependentes de grupos para sobreviverem, as formigas conseguem executar coordenadamente atividades de certa forma complexas e auto-organizadas. Além disso, esse grupos de formigas demonstram alto nível de paralelismo e tolerância à falhas, que são importantes para sistemas computacionais [Jafar and Sivakumar 2010]. Esse comportamento pode ser utilizado na mineração de dados, por exemplo, que é um processo na qual recebe como entrada um dado e retorna padrões como saída [Geng and Hamilton 2006]. Assim como em ferramentas como de desfragmentação de disco, onde os dados são agrupados de uma forma mais aglomerada com o objetivo de otimizar o espaço em disco.

Esse relatório é dividido em quatro seções. A Problemática onde é apresentado o problema, expondo suas características. O Modelo Implementado, na qual é discutida a estratégia de implementação do modelo. Os Experimentos, Resultados e Análise, em que é discutida a forma na qual os experimentos foram executados, seus resultados e análise dos mesmos e por fim a Conclusão, que contém as considerações sobre o trabalho e sobre os resultados obtidos com o modelo implementado, assim como trabalhos futuros.

2. Problemática

O problema abordado envolve formigas vivas (ou agentes), formigas mortas (ou itens) e o espaço de atuação. O comportamento que surge com a atuação dos agentes é denominado **emergente**, por possuir agentes simples que realizam tarefas complexas quando atuam em conjunto. Esses agentes simples precisam pegar os itens e largá-los de forma a construir pequenos amontoados de itens, liberando assim mais espaço vazio para uma melhor mobilidade.

A decisão de pegar um item ou largar um item é de forma probabilística, seguindo uma fórmula matemática descrita na seção de Modelo Implementado. As chances de uma formiga (que está vazia) de pegar um item cresce de acordo com a quantidade de itens em seus arredores, por exemplo, quanto mais formigas mortas ao redor do item

sendo analisado, menor a chance da formiga viva apanhar esse item. O oposto ocorre para a decisão de soltar um item, pois quanto mais formigas mortas ao redor, maior a probabilidade do agente soltar o item naquela posição.

A seguir, estão descritas respectivamente as características referentes aos agentes e ao ambiente de atuação dos mesmos.

- **Agente:** Formigas vivas;
- **Medida de desempenho:** Quantidade de espaço liberado;
- **Ambiente:** Matriz do cenário, formigas vivas e formigas mortas;
- **Sensores:** Identificar se a formiga está morta;
- **Atuadores:** Pegar e largar a formiga morta, movimentação pelo cenário.

- **Ambiente:** *Cluster* de formigas;
- **Parcialmente Observável:** Pois a visão da formiga é bastante limitado, determinado pelo raio de visão;
- **Estocástico:** Pois como é aleatório, não pode ser determinístico nem estratégico. Não tem como saber o estado seguinte do formigueiro. Essa estocasticidade que faz surgir os agrupamentos;
- **Sequencial:** As decisões de pegar um item ou não pegar irá influenciar os outros agentes, assim como o desempenho do sistema;
- **Dinâmico:** Pois quando um agente está atuando, outros também estão, modificando assim o cenário;
- **Discreto:** Pois as variáveis são discretas, como o número de formigas mortas e o tamanho do cenário;
- **Multiagente:** Pois cada formiga viva representa um agente atuando no ambiente.

Alguns pontos críticos que podem ser analisados são os critérios de decisão, como a decisão de pegar ou não um item e também a decisão de soltar ou não um item. Esses pontos críticos podem ser descritos como regras.

Para pegar um item, primeiramente a formiga precisa estar vazia, isso é não estar carregando uma formiga morta. Ao encontrar uma formiga morta, analisar os arredores, quanto maior a quantidade de formigas mortas, *menor* a probabilidade de pegar o item morto. **Para soltar um item**, primeiramente a formiga precisa estar carregando uma formiga morta. Ao encontrar uma formiga morta, analisar os arredores, quanto maior a quantidade de formigas mortas, *maior* a probabilidade de largar o item morto. Os arredores comentados se tratam do raio de visão do agente.

3. Modelo Implementado

3.1. Estrutura

O modelo foi implementado utilizando a linguagem de programação C. A estrutura do sistema consiste em três matrizes distintas:

- **Matriz de Cenário:** Que consiste na representação do cenário, mostrando as formigas vivas (.), as formigas mortas (*) e as formigas vivas carregando uma morta (+). A chance de existir uma formiga morta em uma célula do cenário é de 20%, enquanto de existir uma viva é de 5%;

- **Matriz de Vivas:** Que consiste em armazenar as posições das formigas vivas, onde 1 representa uma formiga viva que não está carregando uma morta, 2 representa uma formiga viva carregando uma morta e 0 representa ausência de formiga viva na posição;
- **Matriz de Mortas:** Que consiste no armazenamento das posições das formigas mortas, na qual 1 representa uma formiga morta e 0 ausência de formiga morta.

3.2. Movimentação

A movimentação é de forma aleatória, onde uma função de números aleatórios retorna um valor entre 0 e 100. Caso esse valor seja menor que 25, a formiga se movimenta para o **Norte**. Se for um valor entre 25 e 50, movimenta para o **Sul**. Se for um valor entre 50 e 75, movimenta para o **Leste**. Se for um valor maior que 75, movimenta para o **Oeste**. Cada movimento que a formiga executa, uma nova chamada para a decisão é efetuada.

3.3. Decisões

As funções de decisão utilizam o posicionamento da formiga morta sendo analisada. Com isso, é feita a contagem de mortas ao redor em relação ao raio de visão da formiga viva, em seguida comparado o valor da chance com o valor retornado pela função de valores aleatórios rand(), como descrito abaixo:

- **Função Pegar:**

$$Decide_{pega} = \left(\frac{qtdVazios}{areaVisão} \right)^2 \times 100$$

$$\text{Caso } Decide_{pega} = 0 \rightarrow Decide_{pega} = 2$$

$$\text{Caso } Decide_{pega} = 100 \rightarrow Decide_{pega} = 98$$

$$\text{return } 1, \text{ se } Decide_{pega} \geq rand()$$

$$\text{return } 0, \text{ se } Decide_{pega} < rand()$$

- **Função Largar:**

$$Decide_{larga} = \left(\frac{qtdMortas}{areaVisão} \right)^2 \times 100$$

$$\text{Caso } Decide_{larga} = 0 \rightarrow Decide_{larga} = 2$$

$$\text{Caso } Decide_{larga} = 100 \rightarrow Decide_{larga} = 98$$

$$\text{return } 1, \text{ se } Decide_{larga} \geq rand()$$

$$\text{return } 0, \text{ se } Decide_{larga} < rand()$$

Onde: **areaVisão** é a quantidade de células da matriz ao redor da formiga morta que a formiga viva consegue observar, **qtdMortas** é a quantidade de formigas mortas contidas dentro dessa área de visão e **qtdVazios** é a quantidade de espaços sem formigas mortas. Se a função de decisão retornar 1, a formiga irá executar a ação (pegar ou largar), caso retorne 0 a formiga não executará a ação.

4. Experimentos, resultados e análise

Os experimentos realizados utilizam como parâmetros fixos o tamanho do cenário, que é uma matriz 50x50 e a quantidade de iterações que foi configurado para 200 mil. Enquanto o parâmetro variável é o Raio de visão das formigas vivas, que primeiramente é igual a 10, segundo igual a 5 e terceiro igual a 1. As imagens ilustrando a execução dos experimentos são respectivamente com 0 iterações, 20 mil iterações, 40 mil iterações e 60 mil iterações.

4.1. Experimento 1 - Raio 10



Figura 1. Experimento 1 - Raio = 10

4.2. Experimento 2 - Raio 5

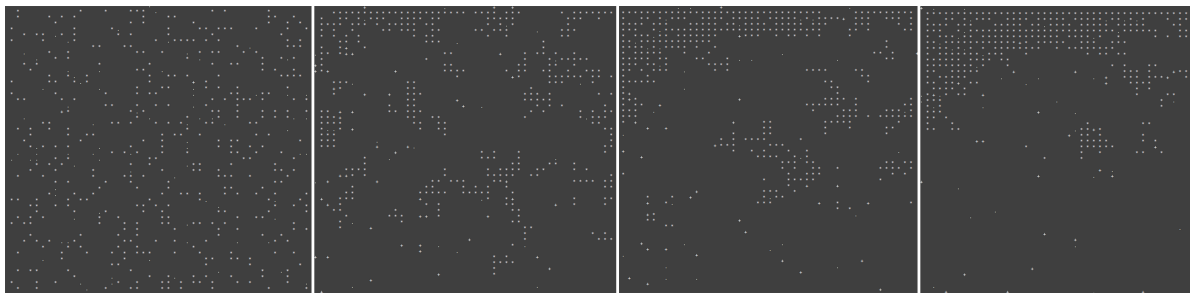


Figura 2. Experimento 2 - Raio = 5

4.3. Experimento 3 - Raio 1

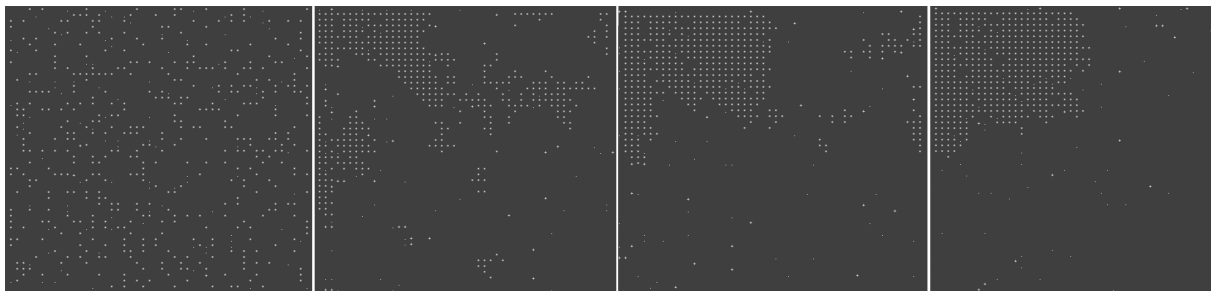


Figura 3. Experimento 3 - Raio = 1

4.4. Análise dos resultados

Analisando os resultados obtidos com os experimentos, modificando apenas o Raio de Visão dos agentes, pode-se observar que a Medida de Desempenho que é a quantidade de espaço liberado é inversamente proporcional ao tamanho do Raio. Ou seja, ao final das 60 mil iterações, existem grupos menores e mais fragmentados com o raio configurado como 10. Enquanto com raio igual a 5 e igual a 1 (principalmente), pode-se observar grupos de itens menos fragmentados e formando grupos maiores.

No experimento com Raio igual a 1, formou-se um único grande aglomerado de itens ao final das iterações. Também é possível observar que os aglomerados começaram a surgir antecipadamente quando comparado aos experimentos com Raios de valores maiores, que com 20 mil iterações, por exemplo, ainda demonstravam vários grupos pequenos.

5. Conclusão

O relatório aqui apresentado documentou o projeto, desenvolvimento e experimentos de um sistema para observar o comportamento emergente que é biologicamente inspirado em colônias de formigas [Handl et al. 2003]. Esse comportamento quando aplicado à sistemas computacionais é capaz de otimizar diversas ferramentas na área, como a desfragmentação de disco já citada e que teve seu funcionamento base analisado através dos experimentos.

Com os experimentos realizados, foi possível definir a diferença entre os raios de visão configurados para cada agente, além de ser possível observar graficamente o impacto do raio não apenas no resultado final, mas também na agilidade dos agentes para agruparem os itens.

Para trabalhos futuros, a troca dos itens homogêneos para itens heterogêneos pode ser efetuada. Como por exemplo, ao invés de possuir apenas formigas mortas de tamanhos iguais, formigas mortas de tamanhos e pesos diferentes podem ser os itens a serem agrupados pelos agentes. Assim como em vez de formigas, pode-se fazer o agrupamento de dados de tamanhos ou formatos diferentes, como definido em [Berkhin 2006], como diferentes técnicas de *Clustering Data Mining*.

Referências

- Berkhin, P. (2006). A survey of clustering data mining techniques. In *Grouping multidimensional data*, pages 25–71. Springer.
- Geng, L. and Hamilton, H. J. (2006). Interestingness measures for data mining: A survey. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 38(3):9.
- Handl, J., Knowles, J., and Dorigo, M. (2003). Ant-based clustering: a comparative study of its relative performance with respect to k-means, average link and id-som.
- Jafar, O. M. and Sivakumar, R. (2010). Ant-based clustering algorithms: A brief survey. *International journal of computer theory and engineering*, 2(5):787.