**Relatório Trabalho Prático nº 1 - Agentes Racionais**

Curso - Engenharia Informática

Unidade Curricular: Introdução à Inteligência Artificial

Filipe Paradela Silveira – 2021139291

André Maltez Nunes -2023145292

Ano Letivo- 2024/2025



Índice

[Introdução 2](#_Toc180379669)

[Desenvolvimento do Projeto 3](#_Toc180379670)

[Agentes 3](#_Toc180379671)

[Ambiente 3](#_Toc180379672)

[Modelo Melhorado 4](#_Toc180379673)

[Experiências realizadas e conclusões 5](#_Toc180379674)

[Modelo Base 5](#_Toc180379675)

[Modelo Melhorado 7](#_Toc180379676)

# Introdução

A propósito do 1º Trabalho Prático da Unidade Curricular de Introdução à Inteligência Artificial nos foi proposto a realização de um projeto na plataforma NetLogo, que consiste numa simulação de bidimensional, onde os agentes (aspiradores) são programados para agirem de maneira autônoma na recolha de “lixo” espalhados pelo espaço e também apresentar um comportamento reativo em relação ao seu nível de energia. O ambiente é composto por vários tipos de células, entre elas, o lixo (células vermelhas), os obstáculos (células brancas), carregadores de energia (células azuis) e uma zona de depósito de lixo onde os agentes “deixam” o lixo anteriormente recolhido (células verdes). O objetivo final deste projeto é garantir a limpeza completa do ambiente no menor tempo possível, aplicando algumas alterações.

Ao longo deste relatório iremos fazer uma breve descrição dos agentes, uma breve descrição do ambiente criado, uma explicação do modelo base desenvolvido, tal como as melhorias implementadas de forma a melhorar o realismo e desempenho dos agentes e por fim iremos dar uma breve conclusão do caso estudado.

# Desenvolvimento do Projeto

## Agentes

Os agentes (aspiradores) na simulação têm um número inicial, níveis de energia e capacidade de carga configurados pelo utilizador. O objetivo principal de cada agente é recolher o lixo espalhado pelo ambiente, isto acontece quando o agente passa por uma célula vermelha, desde que ainda tenha capacidade para carregar mais lixo. Se a capacidade máxima de carga for atingida, o agente deixa de recolher lixo e passa a procurar o depósito (representado por uma zona verde) para descarregar o lixo acumulado. Esse processo de depósito leva um número de iterações configurável pelo utilizador.

Depois dos agentes fazerem o depósito, os agentes voltam à sua tarefa principal. No entanto, se a energia do agente chegar a um certo nível, ele muda de cor e passa a priorizar a procura por um carregador de energia (célula azul), ignorando temporariamente o lixo. Esta perda de energia acontece a cada movimento que o agente faça (com exceção aos movimentos de rotação). Quando o agente encontra o carregador, este recarrega as energias durante um certo tempo configurável antes de voltar à sua tarefa principal.

Se a energia de um agente se esgotar completamente, ele "morre", desaparecendo do ambiente, e a célula que ele ocupava fica marcada com a cor branca, ou seja, este passa a ser também um obstáculo.

Além disso, os agentes podem trocar informações sobre a localização de carregadores de energia quando se encontram.

Cada agente consegue percecionar todas as células lateralmente adjuntas à sua célula atual, percebendo elementos como lixo, obstáculos, carregadores de energia e outros agentes dentro de uma área próxima.

Os agentes só se podem mover para células que estão dentro do seu campo de perceção. Em cada iteração, o agente só pode realizar 1 único movimento entre células, podendo, no entanto, realizar várias rotações.

Os agentes são de natureza reativa, o que significa que respondem imediatamente aos estímulos do ambiente, sem planejar o que irão fazer com antecedência.

## Ambiente

O ambiente é configurado numa grelha bidimensional não toroidal, ou seja, os agentes não se podem deslocar diretamente de uma borda para a outra oposta (não podem atravessar do lado direito para o esquerdo, nem de cima para baixo de forma contínua).

Dentro desse ambiente, existem diferentes tipos de células, que possuem funções específicas:

Células vermelhas: Estas células representam o lixo espalhado pelo ambiente. A quantidade de células com lixo pode ser ajustada pelo utilizador, permitindo variar entre 0% e 60% do total do ambiente. Quando o agente aspirador coleta o lixo de uma célula vermelha, esta célula volta a ser uma célula limpa, ou seja, fica preta.

Células azuis: Estas células indicam os carregadores de energia para os agentes (aspiradores). A quantidade de carregadores pode ser configurada entre 0 e 5. Os agentes podem recarregar a sua energia quando param nestas mesmas células. Isto vai fazer com que os agentes possam estar mais tempo no ambiente sem “morrer”.

Células brancas: Estas células representam obstáculos fixos que estão distribuídos aleatoriamente no ambiente. Esses obstáculos não podem ser atravessados pelos agentes, que devem contorná-los quando estão a “andar” pelo ambiente. O utilizador pode definir a quantidade de obstáculos no ambiente, variando entre 0 e 100.

Células verdes: Estas células formam a zona de depósito de lixo, onde os agentes (aspiradores) descarregam todo o lixo que coletaram. Esta área é formada por um quadrado de 4 células.

## Modelo Melhorado

Novo agente adicionado – Inimigo: Um novo agente chamado "Inimigo" foi introduzido na simulação. Ao contrário dos aspiradores, este agente pode se mover mais de uma célula por cada iteração, o que o torna mais ágil. Ele funciona como uma barreira para os aspiradores, atuando como uma parede móvel que bloqueia a passagem. Além disso, o Inimigo é imortal, ou seja, nunca pode ser destruído, e este despeja lixo periodicamente pelo ambiente.

Comunicação aprimorada entre aspiradores: Agora, além de compartilharem informações sobre a localização de carregadores de energia, os aspiradores também podem trocar informações sobre as coordenadas do depósito. Isso torna a cooperação entre eles mais eficiente, já que eles podem rapidamente identificar o melhor caminho para despejar o lixo, economizando energia.

Alteração no armazenamento de coordenadas: Em vez de armazenar uma única coordenada para cada tipo de ponto de interesse, os aspiradores agora guardam todas localizações importantes encontradas, incluindo todos os carregadores e o depósito de lixo. Com essa nova abordagem, os aspiradores podem calcular que ponto de um tipo está mais próximo, otimizando os seus movimentos e tornando as suas ações mais estratégicas.

Modo de limpeza inteligente adicionado: Com o modo de limpeza inteligente, os aspiradores passam a procurar lixo (ou carregadores e depósitos, se ainda não tiverem essas informações) em células que ainda não visitaram. Além disso, antes de explorar novas áreas, eles garantem que todo o lixo nas células já conhecidas e visitadas seja recolhido. Isso evita que os aspiradores deixem áreas parcialmente limpas e melhora a eficiência da limpeza.

Modo de carregamento inteligente adicionado: O modo de carregamento inteligente faz com que os aspiradores só comecem a procurar um carregador de energia quando a sua energia atinge o nível mínimo necessário para chegar até ao carregador mais próximo. Esse sistema ignora a necessidade de energia extra, como numa situação onde existam obstáculos no caminho, o que pode levar à morte do aspirador. Essa funcionalidade otimiza o uso de energia, garantindo que os aspiradores usem os seus recursos de forma estratégica, minimizando o tempo gasto à procura de carregadores e a carregar desnecessariamente.

# Experiências realizadas e conclusões

## Modelo Base

**Hipótese 1 - Um aumento na quantidade de lixo inicial corresponde a um aumento na quantidade de lixo final**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Número de Aspiradores** | **% Lixo** | **Média do número de aspiradores vivos no final** | **Média de % de lixo restante** | **Repetições com limpeza total** |
| 10 | 20 | 0.1 | 3.42 | 0 |
| 40 | 0.2 | 16.32 | 0 |
| 60 | 0.3 | 25.74 | 0 |
| 20 | 20 | 1.2 | 1.81 | 1 |
| 40 | 1.4 | 7.19 | 1 |
| 60 | 0.5 | 18.38 | 0 |

Nestes resultados podemos observar que a média de lixo restante aumenta proporcionalmente com a percentagem de lixo inicial, pelo que confirmamos a hipótese.

**Hipótese 2 - A capacidade de carregamento de lixo afeta a quantidade de lixo final**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Número de Aspiradores** | **Capacidade de carregamento** | **Média do número de aspiradores vivos no final** | **Média de % de lixo restante** | **Repetições com limpeza total** |
| 10 | 5 | 0.3 | 14.15 | 0 |
| 10 | 0.2 | 11.43 | 1 |
| 20 | 0.6 | 4.93 | 1 |
| 20 | 5 | 1.2 | 2.85 | 1 |
| 10 | 0.6 | 2.81 | 0 |
| 20 | 3.4 | 0.36 | 4 |

Através destes resultados, podemos confirmar a hipótese. Isto dever-se à ao facto de os aspiradores não terem de fazer tantas vezes o depósito do lixo que carregam conforme conseguem carregar mais lixo.

**Hipótese 3 - Um aumento na energia inicial corresponde a um aumento na taxa de sobrevivência dos aspiradores**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Número de Aspiradores** | **Energia inicial** | **Média do número de aspiradores vivos no final** | **Média de % de lixo restante** | **Repetições com limpeza total** |
| 10 | 50 | 2.2 | 19.83 | 0 |
| 100 | 0.1 | 14.21 | 0 |
| 150 | 0.7 | 8.95 | 1 |
| 20 | 50 | 4.7 | 11.88 | 0 |
| 100 | 1 | 9.21 | 1 |
| 150 | 1.7 | 5.43 | 2 |

Inesperadamente, esta hipótese encontra-se desprovada. É de notar, no entanto que, conforme a energia inicial aumenta, a quantidade de lixo final diminui.

**Hipótese 4 - Um aumento na energia mínima corresponde a um aumento na taxa de sobrevivência dos aspiradores**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Número de Aspiradores** | **Energia mínima** | **Média do número de aspiradores vivos no final** | **Média de % de lixo restante** | **Repetições com limpeza total** |
| 10 | 15 | 0.1 | 25.42 | 0 |
| 25 | 0.4 | 12.36 | 0 |
| 50 | 6 | 3.37 | 2 |
| 20 | 15 | 0 | 19.88 | 0 |
| 25 | 0.9 | 8.24 | 1 |
| 50 | 15.8 | 0.02 | 9 |

Já mais conforme o esperado, estes resultados comprovam esta hipótese. Isto dever-se à ao facto de quanto menor a energia mínima, menos tempo os aspiradores têm para encontrar um carregador.

## Modelo Melhorado

**Hipótese 1 - O número de inimigos afeta a taxa de sobrevivência e a quantidade de lixo restante**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Número de Aspiradores** | **Número de Inimigos** | **Média do número de aspiradores vivos no final** | **Média de % de lixo restante** | **Repetições com limpeza total** |
| 10 | 0 | 4.1 | 5.53 | 6 |
| 5 | 8.2 | 36.42 | 0 |
| 10 | 13.9 | 53.56 | 0 |
| 20 | 0 | 9.9 | 0.75 | 6 |
| 5 | 12.7 | 24.60 | 0 |
| 10 | 18.8 | 37.27 | 0 |

Estes resultados provam, talvez de maneira inesperada, esta hipótese. Seria esperado que os inimigos diminuíssem a taxa de sobrevivência dos aspiradores ao bloquear acesso a caminhos importantes. Nota-se, no entanto, talvez expectávelmente, que a quantidade de lixo final aumenta proporcionalmente com o número de inimigos.

**Hipótese 2 - O modo de limpeza inteligente afeta positivamente a quantidade de lixo restante**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Limpeza Inteligente** | **% Lixo** | **Média do número de aspiradores vivos no final** | **Média de % de lixo restante** | **Repetições com limpeza total** |
| Não | 40 | 12.9 | 1.31 | 8 |
| 10.8 | 3.18 | 7 |
| 5.1 | 3.31 | 3 |
| Sim | 40 | 17.6 | 0.02 | 8 |
| 17.4 | 0.00 | 10 |
| 17.1 | 0.66 | 9 |

Tal como previsto, estes resultados comprovam esta hipótese. Isto dever-se à ao facto de os aspiradores muitas vezes não passarem por células com lixo quando o modo de limpeza inteligente está desativado.

**Hipótese 3 - O modo de carregamento inteligente afeta positivamente a quantidade de lixo restante (com modo de limpeza inteligente ativo)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Carregamento Inteligente** | **% Lixo** | **Média do número de aspiradores vivos no final** | **Média de % de lixo restante** | **Repetições com limpeza total** |
| Não | 40 | 16.9 | 0.02 | 8 |
| 16.2 | 1.13 | 6 |
| 11.6 | 3.90 | 5 |
| Sim | 40 | 0.8 | 11.43 | 0 |
| 0.7 | 11.51 | 0 |
| 1.3 | 12.54 | 0 |

Surpreendentemente, estes resultados desprovam esta hipótese. Isto dever-se à ao facto de o modo de carregamento ignorar a possibilidade de haver obstáculos no caminho até ao ponto de carregamento mais próximo, o que leva muitas vezes à morte do aspirador e consequentemente, o término prematuro da experiência.

**Hipótese 4 - O modo de comunicação neste modelo afeta, em relação ao modelo base, positivamente a taxa de sobrevivência de aspiradores e a quantidade de lixo final**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Modelo** | **% Lixo** | **Média do número de aspiradores vivos no final** | **Média de % de lixo restante** | **Repetições com limpeza total** |
| Modelo Base | 40 | 0.6 | 5.99 | 0 |
| 0.7 | 7.42 | 0 |
| 0.2 | 11.65 | 0 |
| Modelo Melhorado | 40 | 10.7 | 0.16 | 7 |
| 11.9 | 0.05 | 7 |
| 14.6 | 0.11 | 7 |

Como seria de esperar, com esta tabela confirmamos esta hipótese. Quando os aspiradores têm acesso a mais informação, podem mover-se mais eficientemente e evitar mortes desnecessárias.