Relatório

Trabalha Prático de Algoritmo e Estrutura de Dados 2

Problema 3: Dogo

Aluno: Alexandre Gabriel Gadelha de Lima

Índice

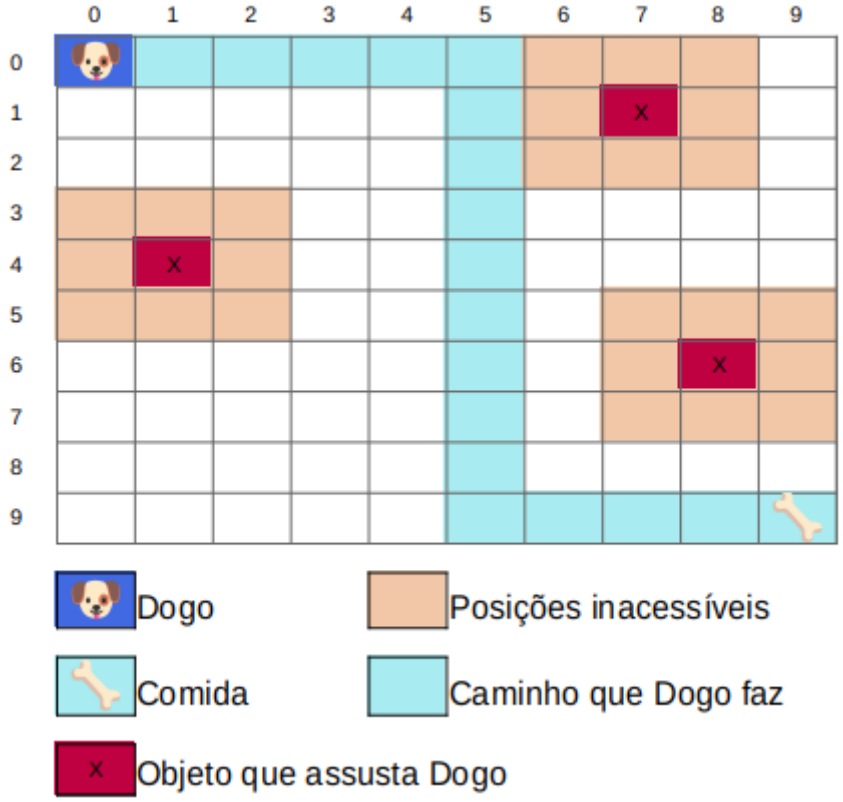
Opção de problema 3: Dogo

Descrição do Problema

Dogo é um simpático cachorrinho que quer atravessar um salão para alcançar seu pote de ração. O salão é uma região retangular de dimensões $M \times N$ e seu chão está ladrilhado com exatamente $M \times N$ azulejos. Considere que o azulejo do canto superior esquerdo do salão está nas coordenadas $(0, 0)$ e o inferior direito está nas coordenadas $(M - 1, N - 1)$.

Inicialmente, Dogo está deitado em seu travesseiro nas coordenadas $(0, 0)$. O pote de ração fica sempre nas coordenadas $(M - 1, N - 1)$.

A tarefa seria muito simples se não houvesse alguns objetos, dos quais Dogo tem medo, largados pelo salão: aspiradores de pó, vassouras e uma meia fedida, dentre outros. Dogo não ousa se aproximar demais de nenhum desses objetos. Então ele precisa encontrar o caminho mais curto até a ração sem jamais ficar a dois azulejos de distância de nenhum deles, como exemplificado na figura a seguir.



Os objetos assustadores são aqueles marcados com um "x". Dogo não toca neles e em nenhum dos azulejos imediatamente ao lado deles. Existem diversos caminhos que Dogo poderia fazer para ir de seu travesseiro até a ração, mas nenhum deles é mais curto do que o mostrado na figura.

O objetivo do trabalho é encontrar a menor distância entre Dogo e o pote de comida. Note que pode não haver um caminho até o pote de comida.

Representação do estado

O estado pode ser representado como um par (d_y, d_x) que representa a posição atual de Dogo.

O estado inicial é sempre $p_0 = (0, 0)$ e o estado final é sempre $p_f = (M - 1, N - 1)$, sendo que M é a altura do salão e N é a largura.

Observe que, além da posição de Dogo, é necessário representar as posições dos objetos que assustam Dogo. O melhor a fazer é guardar uma matriz de N linhas e M colunas. Guarde `True` nas posições que Dogo pode alcançar e `False` nas posições onde há objetos assustadores ou que são muito próximas de objetos assustadores.

Função de transição

A partir de um estado existem até quatro possíveis transições:

- Dogo move-se para cima, isto é: $y_{\text{prox}} = y_{\text{atual}} - 1$;
- Dogo move-se para baixo, isto é: $y_{\text{prox}} = y_{\text{atual}} + 1$;
- Dogo move-se para a esquerda, isto é: $x_{\text{prox}} = x_{\text{atual}} - 1$;
- Dogo move-se para a direita, isto é: $x_{\text{prox}} = y_{\text{atual}} + 1$;

Nem todas as transições são possíveis a partir de qualquer estado. Por exemplo, se Dogo estiver em $y_{\text{atual}} = 0$, então ele não pode mover-se para cima. Além disso, se a nova posição $(y_{\text{prox}}, x_{\text{prox}})$ for muito próxima de um dos objetos que assusta Dogo, então ele não pode se deslocar para esse estado.

Heurística

A heurística deve ser a distância L1 entre a posição atual de Dogo e o pote de comida.

A distância L1, também conhecida como distância Manhattan ou distância *taxicab*, entre os pontos $p_1 = (x_1, y_1)$ e $p_2 = (x_2, y_2)$, deve ser calculada como:

$$d(p_1, p_2) = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|$$

Então, se Dogo estiver, por exemplo, na posição $x = (4, 8)$ e o pote de comida estiver na posição $p = (10, 10)$, a heurística será:

$$h(x) = |10 - 4| + |10 - 8| = 8$$

Requisitos do programa elaborado

Os requisitos mínimos para obtenção da nota "suficiente" são os seguintes:

- Ao abrir a interface, deve-se mostrar um salão de dimensões M por N. Dogo deve estar no canto superior esquerdo $(0, 0)$ e a comida deve estar no canto inferior direito.
- Deve ser possível interagir com a interface e inserir objetos dos quais Dogo tem medo. A interface deve mostrar onde os objetos estão e quais são as coordenadas que eles impedem Dogo de alcançar.
- Deve ser possível redimensionar o salão para que o caso de teste possa ser maior ou menor.
- Deve ser possível movimentar Dogo manualmente no salão, tomando cuidado de não passar pelas paredes nem se aproximar demais dos objetos.
- Deve haver uma opção para resolver automaticamente o problema, usando a estratégia de busca com a fila de prioridades. O caminho mais curto de Dogo até o pote de comida deve ser mostrado. Note que pode haver mais de um caminho mais curto ou, dependendo de como os objetos foram dispostos no salão, pode não haver nenhum caminho.
- Deve ser possível levar Dogo de volta à origem e também remover todos os objetos do salão.…

Explicação do procedimento de busca implementado

O algoritmo utilizado é o A* (A estrela), um algoritmo de busca heurística que encontra o caminho mais curto de um ponto de início para um ponto de objetivo em um grafo ou grid.

- **Inicialização:**
  - O algoritmo começa inicializando uma fila de prioridade chamada `agenda` que será usada para manter os estados a serem explorados. O estado inicial é adicionado à `agenda` com um custo de 0.
- **Exploração de Estados:**
  - Enquanto a `agenda` não estiver vazia, o algoritmo continua explorando estados.
  - Em cada iteração, o algoritmo remove o estado com o menor custo acumulado da `agenda`. Este estado é o candidato atual para ser explorado.
- **Verificação do Objetivo:**
  - O meu algoritmo verifica se o estado atual é o estado de objetivo. Se for, o caminho é reconstruído a partir do dicionário `caminho` (que rastreia os estados anteriores) e é retornado como o caminho mais curto encontrado.
- **Geração de Estados Adjacentes:**
  - Se o estado atual não for o estado de objetivo, o algoritmo gera estados adjacentes ao estado atual. Os estados adjacentes são gerados movendo-se nas direções cima, baixo, esquerda e direita a partir do estado atual.
  - Para cada estado adjacente gerado, o algoritmo verifica se o estado é válido (dentro dos limites do grid e não um obstáculo). Se o estado é válido e ainda não foi explorado, ele é adicionado à `agenda` com um custo total calculado usando a heurística A*.
- **Cálculo do Custo:**
  - O custo total de um estado é calculado usando a função `salao.custo_total(estado, objetivo)`. Esta função inclui um custo base, que é a distância em grade do estado ao objetivo. Além disso, há um custo adicional para estados adjacentes a obstáculos, incentivando o algoritmo a evitar esses estados.
- **Exploração e Rastreamento:**
  - O algoritmo continua explorando estados adjacentes válidos até encontrar o estado de objetivo. Durante esse processo, ele rastreia os estados anteriores no dicionário `caminho` para reconstruir o caminho mais curto quando o estado de objetivo é alcançado.
- **Retorno do Caminho:**
  - Quando o estado de objetivo é alcançado, o algoritmo reconstrói o caminho do estado de objetivo ao estado inicial usando o dicionário `caminho`. O caminho é então invertido para obter a ordem correta do início ao objetivo.

Em resumo, o algoritmo A* funciona explorando estados candidatos de acordo com uma função de custo que leva em consideração tanto o custo acumulado do início ao estado atual quanto uma heurística que estima o custo do estado atual ao objetivo. Ele continua explorando estados até encontrar o estado de objetivo ou até que não haja mais estados na *agenda* para explorar.

Discussão sobre as decisões de projeto para a elaboração de interface

A biblioteca utilizada para fazer a interface gráfica do projeto foi a *pygame,* optei por ela por ser uma biblioteca com boa quantidade de tutoriais e materiais disponíveis e achei de simples uso, atendeu todas as necessidades do projeto sem.

- **Uso de janelas gráficas**
  - O código gera janelas gráficas para criar uma interface interativa com o usuário.
  - É por meio de janelas que o programa disponibiliza mensagens, instruções e entradas do usuário, seja para escolher as dimensões ou posição de obstáculos.

- **Modos de Jogo:**
  - O programa permite ao usuário escolher entre os modos de jogo "manual" e "automático". Isso é feito por meio de uma interface gráfica que exibe opções para o usuário.

- **Escolha de Cores, ícones e fonte:**
  - O código usa uma paleta de cores definida (`PRETO`, `BRANCO`, `VERMELHO`, `AZUL`, `CINZA_ESCURO`) para garantir uma aparência visual agradável e contrastante. Cores diferentes são usadas para representar diferentes elementos na interface, como o salão, obstáculos, mensagens, etc.
  - Me inspirei na paleta de cores do tema AYU do Visual Studio Code
  - Como é bastante evidente o caráter mais geométrico da interface optei por uma fonte no padrão 8 bits.

- **Botões e Clique do Mouse:**
  - O código permite que o usuário faça escolhas clicando em opções na tela. Por exemplo, ao escolher entre "Modo Manual" e "Modo Automático", o usuário pode clicar diretamente no botão correspondente na tela. A posição do mouse é detectada para determinar qual opção o usuário selecionou.

- Optei também por fazer a escolha da posição de obstáculos através de uma simulação do salão que reage ao clique de usuário gerando um feedback visual

- **Tutorial Interativo:**
  - Na versão inicial do programa, submeti-o a testers (minha irmã e mãe), a fim de coletar feedback e aprimorar a experiência do usuário. Durante esse processo, identifiquei que algumas entradas incorretas por parte dos usuários poderiam ser resolvidas por meio de tutoriais explicativos integrados às opções disponíveis no programa. Um dos principais pontos de atenção foi observado na tela de seleção da posição dos obstáculos, onde os usuários demonstraram dificuldades em entender completamente o procedimento.
  - O programa apresenta um tutorial interativo explicando como o usuário pode definir os obstáculos manualmente. O tutorial é exibido em texto na tela e pode ser pulado pressionando a barra de espaço.

- **Obstáculos e adjacentes**
  - Inicialmente, a abordagem escolhida envolvia a geração gráfica dos obstáculos juntamente com suas células adjacentes. No entanto, deparando-me com desafios significativos nesse processo, decidi modificar a estratégia. Optei por primeiro gerar os obstáculos de forma isolada e, posteriormente, implementar uma função responsável por identificar esses obstáculos e destacar suas células adjacentes com uma cor distinta.

- **Mensagens de Status:**
  - O programa exibe mensagens de status na tela em resposta às ações do usuário. Por exemplo, mensagens como "Game Over" e "Good Job!" são exibidas quando o usuário atinge determinadas condições de vitória ou derrota.

As instrucoes de instalacao e uso do aplicativo desenvolvido

Instalação:

Para executar este programa, você precisará das seguintes bibliotecas e recursos instalados no seu ambiente Python:

1. **Python:** Primeiro, você precisa ter o Python instalado no seu sistema. Você pode baixar a versão mais recente do Python em python.org.
2. **Pygame:** O código usa a biblioteca Pygame para criar a interface gráfica. Você pode instalar o Pygame usando o *pip*, que é o gerenciador de pacotes do Python. Execute o seguinte comando no seu terminal ou prompt de comando para instalar o Pygame:

   ```
   pip install pygame
   ```

3. Dependendo do sistema operacional, você pode executar o script Python no terminal (Linux/macOS) ou no prompt de comando (Windows) usando o seguinte comando, assumindo que o já encontrou o diretório do programa `main.py`:

   ```
   python main.py
   ```

   ou

   ```
   py main.py
   ```

4. Isso iniciará a execução do programa e abrirá uma janela com o jogo "Ninas's Adventure"

   Outra opção inclui dar *run* no arquivo *main.py* utilizando uma IDE com suporte a python, como por exemplo o PyCharm.

Uso:

1. Após executar o programa, uma janela irá perguntar se o usuário deseja escolher as dimensões ou se prefere da forma que o programa está configurado
   1.1. Entrada esperada: Teclas **S** ou **N** serem pressionadas
2. Se o usuário escolher por definir as dimensões do programa, uma nova tela perguntando as dimensões irá aparecer.
   2.1. Entrada esperada: **Um número inteiro** ser digitado e em seguida a tecla **Enter** ser pressionada
3. Será apresentada uma tela de escolha de obstáculos, onde o usuário poderá escolher se ele quer definir as posições dos obstáculos ou se quer que o programa gere aleatoriamente os obstáculos.

3.1. Entrada esperada: **Clique** com mouse nas opções **“Escolher obstáculos”** ou em **“Gerar obstáculos”.**

4. Se o usuário clicar em “Escolher obstáculos” , uma tela de tutorial irá aparecer, para fechar o tutorial o usuário deve pressionar a tecla **Espaço.**
   4.1. Após o tutorial, para escolher a posição o usuário deve **clicar** na posição referente a onde ela quer que o obstáculo se posicione, para desfazer a seleção ele deve **clicar novamente** que o obstáculo será desmarcado, para salvar as posições escolhidas o usuário deve clicar em **Enter.**
5. O usuário deverá escolher entre os modos Automático e Manual, no modo automático o algoritmo criará o caminho do dogo até o osso, no modo manual o usuário deverá mover o cachorro até o osso.
   5.1. Entrada esperada: **Clique** com mouse nas opções **“Modo Manual”** ou em **“Modo Automático”.**
6. Se no modo manual foi o escolhido então o usuário deve guiar o dogo até o osso utilizando as **setas do teclado**, se entrar em contato com as zonas dos obstáculos o usuário perde e recebe uma mensagem de “game over”, se chegar com sucesso até o osso receberá uma mensagem de “good job”