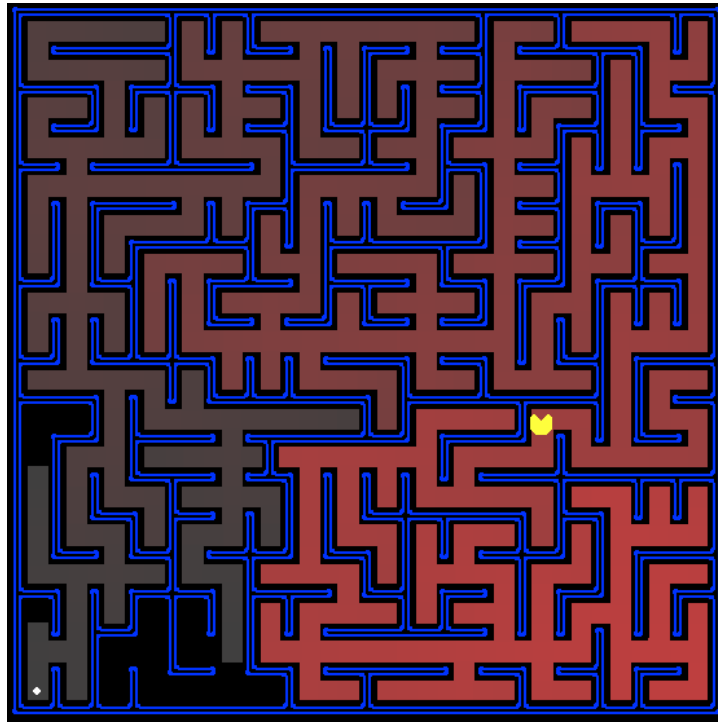


# Trabalho 1: Busca no Pacman

*Este trabalho é parte do [Pacman Project](#) desenvolvido na UC Berkeley disciplina CS188 - Artificial Intelligence. A tradução é da prof. Bianca Zadrozny, UFF. Adaptação do prof. Eduardo Bezerra, CEFET/RJ.*



## Introdução

Neste trabalho, o agente Pacman tem que encontrar caminhos no labirinto, tanto para chegar a um destino quanto para coletar comida eficientemente. O objetivo do trabalho será programar algoritmos de busca e aplicá-los ao cenário (mundo) do Pacman.

O código fornecido nesse trabalho consiste de diversos arquivos Python, alguns dos quais você terá que ler e entender para fazer o trabalho. O código está no Moodle, arquivo **search.zip**.

Arquivos que devem ser editados:	
<b>search.py</b>	Onde ficam os algoritmos de busca.
<b>searchAgent.py</b>	Onde ficam os agentes baseados em busca.
Arquivos que devem ser lidos:	
<b>pacman.py</b>	O arquivo principal que roda jogos de Pacman. Esse arquivo também descreve o tipo GameState, que será

	amplamente usado nesse trabalho.
<b>game.py</b>	A lógica do mundo do Pacman. Este arquivo descreve vários tipos auxiliares como AgentState, Agent, Direction e Grid.
<b>util.py</b>	Estruturas de dados úteis para implementar algoritmos de busca.
<b>Arquivos que podem ser ignorados:</b>	
<b>graphicsDisplay.py</b>	Visualização gráfica do Pacman
<b>graphicsUtils.py</b>	Funções auxiliares para visualização gráfica do Pacman
<b>textDisplay.py</b>	Visualização gráfica em ASCII para o Pacman
<b>ghostAgents.py</b>	Agentes para controlar fantasmas
<b>keyboardAgents.py</b>	Interfaces de controle do Pacman a partir do teclado
<b>layout.py</b>	Código para ler arquivos de layout e guardar seu conteúdo

## Especificações da entrega

Você deve entregar um único arquivo compactado contendo os seguintes itens:

- Os arquivos **search.py** e **searchAgents.py** alterados durante esse trabalho. Não entregue outros arquivos fonte além desses dois.
- Um relatório (necessariamente em formato PDF). Nesse relatório, explicitamente as respostas às perguntas listadas abaixo. O relatório apresentar análise e explicação dos resultados obtidos, assim como deve apresentar descrições das partes relevantes do código implementado.

Este trabalho pode ser feito em grupo. Cada grupo deve ser composto de até 2 alunos.

O trabalho deve ser submetido pelo Moodle até o prazo final estabelecido na página do curso.

## Bem-vindo ao Pacman

---

Depois de baixar o código (**search.py**), descompactá-lo e entrar no diretório *search*, você pode jogar um jogo de Pacman digitando a seguinte linha de comando:

```
python pacman.py
```

O agente mais simples em **searchAgents.py** é `GoWestAgent`, que sempre vai para oeste (um agente reflexivo trivial). Este agente pode ganhar às vezes:

```
python pacman.py --layout testMaze --pacman GoWestAgent
```

Mas as coisas se tornam mais difíceis quando virar é necessário:

```
python pacman.py --layout tinyMaze --pacman GoWestAgent
```

`pacman.py` tem opções que podem ser dadas em formato longo (por exemplo, `--layout`) ou em formato curto (por exemplo, `-l`). A lista de todas as opções pode ser vista executando:

```
python pacman.py -h
```

Todos os comandos que aparecem aqui também estão em **commands.txt**, e podem ser copiados e colados.

## Encontrando comida em um ponto fixo usando algoritmos de busca

---

No arquivo **searchAgents.py**, você irá encontrar o programa de um agente de busca (`SearchAgent`), que planeja um caminho no mundo do Pacman e executa o caminho passo-a-passo. Os algoritmos de busca para planejar o caminho não estão implementados -- este será o seu trabalho. Para entender o que está descrito a seguir, pode ser necessário olhar o **glossário de objetos**. Primeiro, verifique que o agente de busca `SearchAgent` está funcionando corretamente, rodando:

```
python pacman.py -l tinyMaze -p SearchAgent -a fn=tinyMazeSearch
```

O comando acima faz o agente `SearchAgent` usar o algoritmo de busca `tinyMazeSearch`, que está implementado em **search.py**. O Pacman deve navegar o labirinto corretamente.

Para implementar os seus algoritmos de busca para o Pacman, use os pseudocódigos dos algoritmos de busca que estão no livro-texto. Lembre-se de que um nó da busca deve conter não só o estado, mas também toda a informação necessária para reconstruir o caminho (sequência de ações) até aquele estado.

*Importante:* Todas as funções de busca devem retornar uma lista de *ações* que irão levar o agente do início até o objetivo. Essas ações devem ser legais (direções válidas, sem passar pelas paredes).

*Dica:* Os algoritmos de busca são muito parecidos. Os algoritmos de busca em profundidade, busca em extensão, busca de custo uniforme e A\* diferem somente na ordem em que os nós são retirados da borda. Então o ideal é tentar implementar a busca em profundidade corretamente e depois será mais fácil implementar as outras. Uma possível implementação é criar um algoritmo de busca genérico que possa ser configurado com uma estratégia para retirar nós da borda. (Porém, implementar dessa forma não é necessário).

*Dica:* Dê uma olhada no código dos tipos `Stack` (pilha), `Queue` (fila) e `PriorityQueue` (fila com prioridade) que estão no arquivo **util.py**.

**Passo 1 (2 pontos)** Implemente o algoritmo de busca em profundidade (DFS) na função `depthFirstSearch` do arquivo **search.py**. Para que a busca seja *completa*, implemente a versão de DFS que não expande estados repetidos (seção 3.5 do livro).

Teste seu código executando:

```
python pacman.py -l tinyMaze -p SearchAgent -a fn=dls
python pacman.py -l mediumMaze -p SearchAgent -a fn=dls
python pacman.py -l bigMaze -z .5 -p SearchAgent -a fn=dls
```

A saída do Pacman irá mostrar os estados explorados e a ordem em que eles foram explorados (vermelho mais forte significa que o estado foi explorado antes).

**(Pergunta 1.1)** A ordem de exploração foi de acordo com o esperado? O Pacman realmente passa por todos os estados explorados no seu caminho para o objetivo?

*Dica:* Se você usar a pilha `Stack` como estrutura de dados, a solução encontrada pelo algoritmo DFS para o `mediumMaze` deve ter comprimento 130 (se os sucessores forem colocados na pilha na ordem dada por `getSuccessors`; pode ter comprimento 246 se forem colocados na ordem reversa).

**(Pergunta 1.2)** Essa é uma solução ótima? Senão, o que a busca em profundidade está fazendo de errado?

**Passo 2 (2 pontos)** Implemente o algoritmo de busca em extensão (BFS) na função `breadthFirstSearch` do arquivo **search.py**. De novo, implemente a versão que não expande estados que já foram visitados. Teste seu código executando:

```
python pacman.py -l mediumMaze -p SearchAgent -a fn=bfs
python pacman.py -l bigMaze -p SearchAgent -a fn=bfs -z .5
```

**(Pergunta 2.1)** A busca BFS encontra a solução ótima? Senão, verifique a sua implementação.

Se o seu código foi escrito de maneira correta, ele deve funcionar também para o quebra-cabeças de 8 peças (seção 3.2 do livro-texto) sem modificações.

```
python eightpuzzle.py
```

**(Pergunta 2.2)** Quantas ações compõem a solução encontrada pelo BFS?

## Variando a função de custo

---

A busca BFS vai encontrar o caminho com o menor número de ações até o objetivo. Porém, podemos querer encontrar caminhos que sejam melhores de acordo com outros critérios. Considere o labirinto `mediumDottedMaze` e o labirinto `mediumScaryMaze`. Mudando a função de custo, podemos fazer o Pacman encontrar caminhos diferentes. Por exemplo, podemos ter custos maiores para passar por áreas com fantasmas e custos menores para passar em áreas com comida, e um agente Pacman racional deve poder ajustar o seu comportamento.

**Passo 3 (2 pontos)** Implemente o algoritmo de busca de custo uniforme (checando estados repetidos) na função `uniformCostSearch` do arquivo **search.py**. Teste seu código executando os comandos a seguir, onde os agentes têm diferentes funções de custo (os agentes e as funções são dados):

```
python pacman.py -l mediumMaze -p SearchAgent -a fn=ucs
python pacman.py -l mediumDottedMaze -p StayEastSearchAgent
python pacman.py -l mediumScaryMaze -p StayWestSearchAgent
```

## A\* search

---

**Passo 4 (2 pontos)** Implemente a busca A\* (com checagem de estados repetidos) na função `aStarSearch` do arquivo **search.py**. A busca A\* recebe uma heurística como parâmetro. Heurísticas têm dois parâmetros: um estado do problema de busca (o parâmetro principal), e o próprio problema. A heurística implementada na função `nullHeuristic` do arquivo **search.py** é um exemplo trivial.

Teste sua implementação de A\* no problema original de encontrar um caminho através de um labirinto para uma posição fixa usando a heurística de distância Manhattan (implementada na função `manhattanHeuristic` do arquivo **searchAgents.py**).

```
python pacman.py -l bigMaze -z .5 -p SearchAgent -a
fn=astar,heuristic=manhattanHeuristic
```

A busca A\* deve achar a solução ótima um pouco mais rapidamente que a busca de custo uniforme (549 vs. 621 nós de busca expandidos na nossa implementação).

**(Pergunta 4.1)** O que acontece em `openMaze` para as várias estratégias de busca?

## Coletando comida

---

Agora iremos atacar um problema mais difícil: fazer o Pacman comer toda a comida no menor número de passos possível. Para isso, usaremos uma nova definição de problema de busca que formaliza esse problema: `FoodSearchProblem` no arquivo **`searchAgents.py`** (já implementado). Uma solução é um caminho que coleta toda a comida no mundo do Pacman. A solução não será modificada se houver fantasmas no caminho; ela só depende do posicionamento das paredes, da comida e do Pacman. Se os seus algoritmos de busca estiverem corretos, A\* com uma heurística nula (equivalente a busca de custo uniforme) deve encontrar uma solução para o problema `testSearch` sem nenhuma mudança no código (custo total de 7).

```
python pacman.py -l testSearch -p AStarFoodSearchAgent
```

**Nota:** `AStarFoodSearchAgent` é um atalho para `-p SearchAgent -a fn=astar,prob=FoodSearchProblem,heuristic=foodHeuristic`.

Porém, a busca de custo uniforme fica lenta até para problemas simples como `tinySearch`.

**Passo 5 (2 pontos)** Implemente uma heurística admissível `foodHeuristic` no arquivo **`searchAgents.py`** para o problema `FoodSearchProblem`. Teste seu agente no problema `trickySearch`:

```
python pacman.py -l trickySearch -p AStarFoodSearchAgent
```

## Glossário de Objetos

---

Este é um glossário dos objetos principais na base de código relacionada a problemas de busca:

### `SearchProblem` (`search.py`)

Um `SearchProblem` é um objeto abstrato que representa o espaço de estados, função sucessora, custos, e estado objetivo de um problema. Você vai interagir com objetos do tipo `SearchProblem` somente através dos métodos definidos no topo de **`search.py`**

### `PositionSearchProblem` (`searchAgents.py`)

Um tipo específico de `SearchProblem` --- corresponde a procurar por uma única comida no labirinto.

#### `FoodSearchProblem` (`searchAgents.py`)

Um tipo específico de `SearchProblem` --- corresponde a procurar um caminho para comer toda a comida em um labirinto.

#### **Função de Busca**

Uma função de busca é uma função que recebe como entrada uma instância de `SearchProblem`, roda algum algoritmo, e retorna a sequência de ações que levam ao objetivo. Exemplos de função de busca são `depthFirstSearch` e `breadthFirstSearch`, que deverão ser escritas pelo grupo. A função de busca dada `tinyMazeSearch` é uma função muito ruim que só funciona para o labirinto `tinyMaze`.

#### `SearchAgent`

`SearchAgent` é uma classe que implementa um agente (um objeto que interage com o mundo) e faz seu planejamento de acordo com uma função de busca. `SearchAgent` primeiro usa uma função de busca para encontrar uma sequência de ações que levem ao estado objetivo, e depois executa as ações uma por vez.