

# Introdução à Inteligência Artificial

## PVP 3B – Procura Cega Algoritmos

José Coelho,  
2023



PVP 3 – Procura Cega de José Coelho é disponibilizado  
sob a Licença *Creative Commons-Atribuição -  
NãoComercial-CompartilhaIgual 4.0 Internacional*

# Índice

1. Algoritmos de procura
  1. Procura em árvore
  2. Procura em grafo
2. Performance
3. Procuras
  1. Largura
  2. Profundidade
  3. Bidirecional
4. Atividades formativas



# Algoritmos - Performance

- Performance

- Completo – consegue encontrar uma solução se esta existir?
- Ótimo – consegue retornar a melhor solução?
- Complexidade temporal – quanto tempo leva?
  - Unidade: nós gerados
- Complexidade espacial – quanto espaço necessita?
  - Unidade: nós gerados em memória

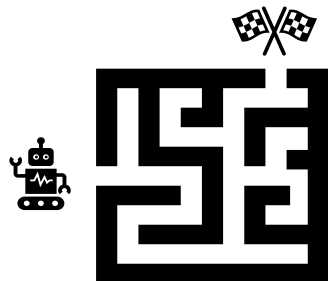
Problema	b	d	m
Aspirador	3	3	-
Puzzle 8	4	2	-
8 Damas	8	8	8
Partição	2	5	5

- Indicadores:

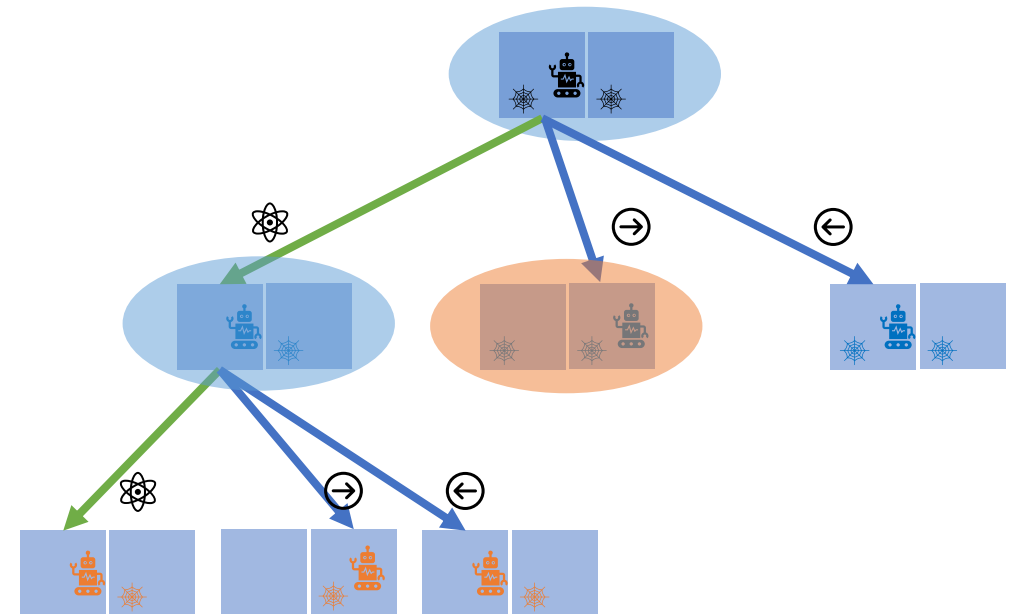
- b – ramificação: número máximo de sucessores num nó
- d – profundidade solução – número de ações para o objetivo mais próximo
- m – profundidade máxima – número máximo de ações na árvore de procura

# Algoritmos Cegos: Largura

- Largura
  - Expandir estado gerado há mais tempo
  - Fronteira: pilha FIFO (first in first out)
  - Teste na geração
- Custo uniforme
  - Expandir estado com menor custo
  - Fronteira: pilha ordenada por custo
  - Teste na expansão



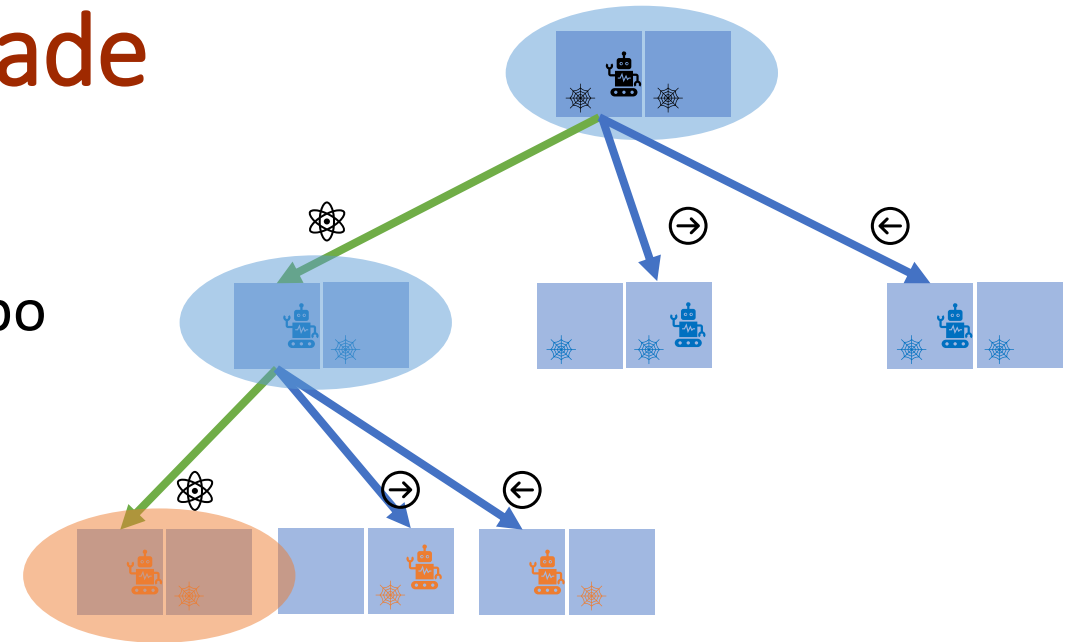
Problema	b	d	m	
Aspirador	3	3	-	✓
Puzzle 8	4	2	-	✓
8 Damas	8	8	8	✗
Partição	2	5	5	✗



Performance	Largura
Completo	✓
Ótimo	✓ ✗
Complexidade Temporal	$O(b^d)$
Complexidade Espacial	$O(b^d)$

# Algoritmos Cegos: Profundidade

- Profundidade primeiro
  - Expandir estado gerado há menos tempo
  - Fronteira: pilha LIFO (last in first out)
- Profundidade limitada
  - Não gera sucessores após o limite
- Profundidade iterativo
  - Limite=0,1,...,d



Problema	b	d	m	P.	L.	I.
Aspirador	3	3	-	✗	✓	✓
Puzzle 8	4	2	-	✗	✓	✓
8 Damas	8	8	8	✓	✗	✗
Partição	2	5	5	✓	✗	✗

Performance	Profundidade	Limitado	Iterativo
Completo	✗	✗	✓
Ótimo	✗	✗	✓ ✗
Complexidade Temporal	$O(b^m)$	$O(b^l)$	$O(b^d)$
Complexidade Espacial	$O(bm)$	$O(bl)$	$O(bd)$

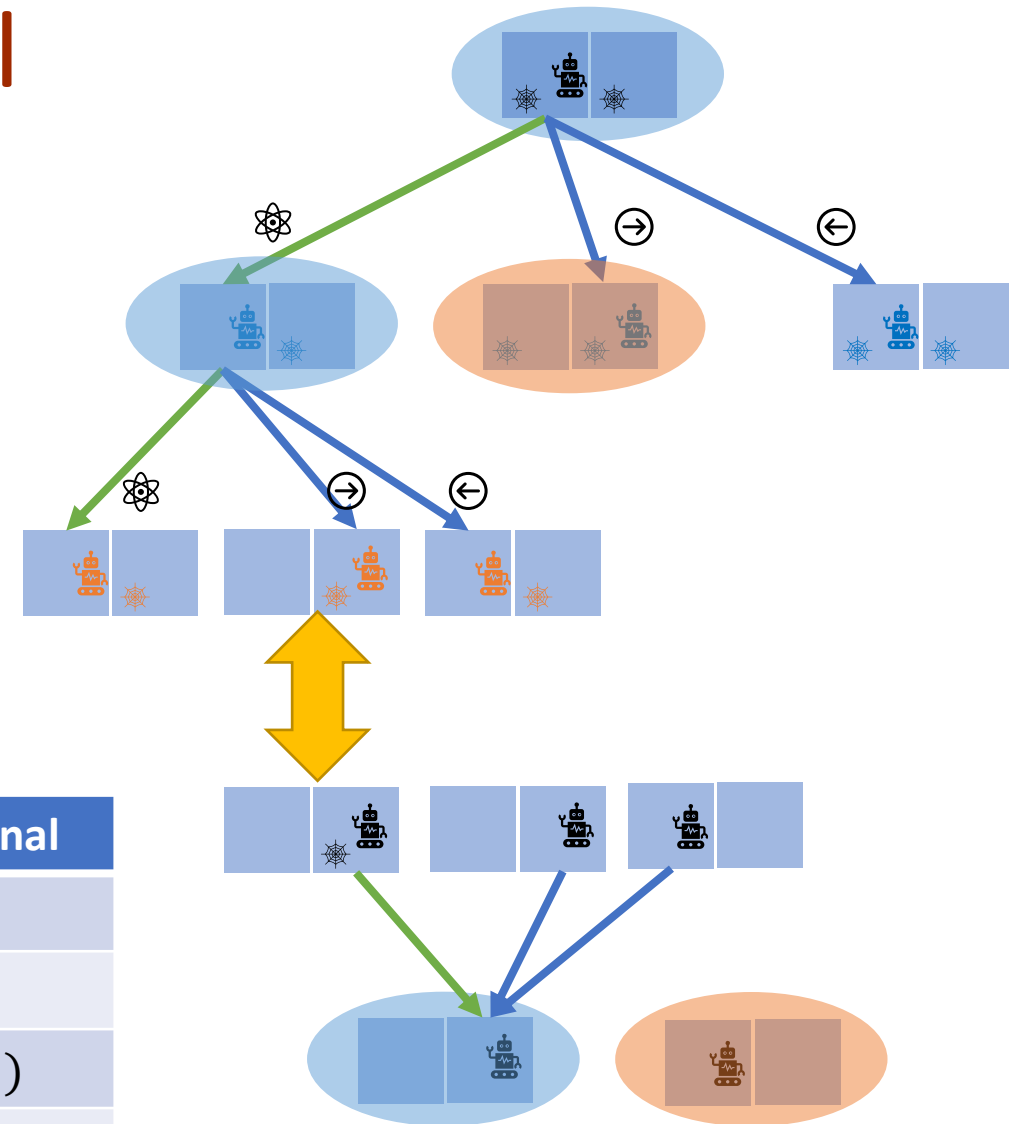
Um sucessor de cada vez:  $O(m)$   
Modifica o estado atual:  $O(1)$

# Algoritmos Cegos: Bidirecional

- Bidirecional
  - Duas árvores de procura:
    - Para a frente e para trás
  - Parar assim que as árvores se encontrem.

Problema	b	d	m	
Aspirador	3	3	-	✓
Puzzle 8	4	2	-	✓
8 Damas	8	8	8	✗
Partição	2	5	5	✗

Performance	Bidirecional
Completo	✓
Ótimo	✗
Complexidade Temporal	$O(b^{d/2})$
Complexidade Espacial	$O(b^{d/2})$



# Atividades formativas



TESTE

AF2a - Procuras Cegas (PnP)

Tentativas a realizar: 1



Exercícios de problemas do manual, para resolver com a técnica de papel-e-lápis (PnP)

Excel spreadsheet showing a search tree for a 3x3 puzzle. The tree has columns: Geração (Generation), Estado (State), Pai (Parent), and Expansão (Expansion). The tree shows the search process starting from a root node (Geração 1) and branching out to various states (Estado) and their parents (Pai). The final state shown is Geração 4, Estado 1, with 8 solutions found.

Geração	Estado	Pai	Expansão
1	1 2 3 4 6 7 5 8	3	0
2	1 2 3 4 6 3 7 5 8	2	1
3	1 2 3 4 6 7 5 8	2	1
4	1 2 3 4 6 8 7 5	2	1



TESTE

AF2c - Procuras Cegas (implementar)

Tentativas a realizar: 1



Exercícios em que se solicita a implementação um problema parecido com os do manual, podendo reutilizar código existente.



TESTE

AF2b - Procuras Cegas (executar)

Tentativas a realizar: 1



Exercícios para executar código com a implementação de problemas do manual, e observar as diferentes características dos algoritmos na prática.

VPL: compilador online, com código contendo os algoritmos da UC, com código exemplo dos algoritmos e problemas do manual, para experimentação. O código está pronto a correr, mas pode fazer as alterações que considerar necessárias. [ Introdução ao código. | Código (2023). ]

Console: connected (Running: 11 seg)

```
puzzle8 (TProcuraConstrutiva)
[Configuracoes] debug 0 | calcularCaminho 0 | limiteNivel 10
[Estatisticas] expansoes 30 | geracoes 85 | avaliacoes 0
1 2 5
3 7 8
4 6 .
```

File list:

- JogoDoGalo.cpp
- JogoDoGalo.h
- OitoDamas.cpp
- OitoDamas.h
- Particao.cpp
- Particao.h
- ProcuraEngine.cpp
- Puzzle8.cpp
- Puzzle8.h
- TProcuraAdversa.cpp
- TProcuraAdversa.h
- TProcuraConstrutiva.cpp
- TProcuraConstrutiva.h
- TProcuraConstrutivaCom

```
1 - LimparEstatisticas | 2 - SolucaoVazia | 3 - Heuristica [Inicializacao]
4 - LanguraPrimeiro | 5 - CustomUniforme | 6 - Prof.Primeiro [Procuras Cegas]
7 - MelhorPrimeiro | 8 - Astar [Procuras Informadas]
9 - debug | 10 - calcularCaminho | 11 - limiteNivel [Configuracoes]
12 - Sucessores [Testes]
Opcao:
```



# Recursos utilizados

- Microsoft Power Point
- Clipchamp, voz de síntese Duarte
- Vimeo
- Russell, S. J. & Norvig, P. (2010). Artificial intelligence: A modern approach (3rd ed). Prentice Hall.