

Inteligência Computacional

Rafael D. Ribeiro, M.Sc.
rafaeldiasribeiro@gmail.com
<http://www.rafaeldiasribeiro.com.br>

Inteligência Computacional

Métodos Revogáveis de Busca

- Busca em profundidade
- Backtracking
- Busca em largura
- **Busca em profundidade iterativa**
- Busca ordenada

Inteligência Computacional

Busca em profundidade iterativa

- A busca em profundidade iterativa procura combinar as virtudes da busca em profundidade e da busca em largura. São elas a **relativamente pouca necessidade de memória e a capacidade de examinar todo o espaço de estados encontrando a solução ótima**, respectivamente.

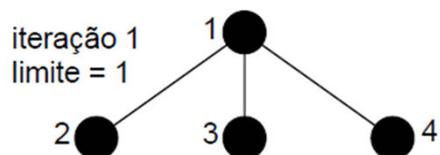
Inteligência Computacional

Busca em profundidade iterativa

- Como definir uma profundidade máxima de exploração é uma questão crítica quando se realiza uma busca em profundidade limitada, a determinação de limites crescentes a cada iteração consegue evitá-la.
- Na **primeira iteração**, a árvore é gerada utilizando a busca em **profundidade limitada com limite igual a 1**. Se a solução não foi encontrada, inicia-se a segunda iteração: **toda a árvore anterior é descartada e uma nova é construída através da busca em profundidade limitada com limite igual a 2**. Se ao final da segunda iteração a solução ainda não tiver sido obtida, o processo continua definindo o limite igual a 3 e assim sucessivamente. A busca pára quando a solução é encontrada ou quando toda a árvore for gerada.

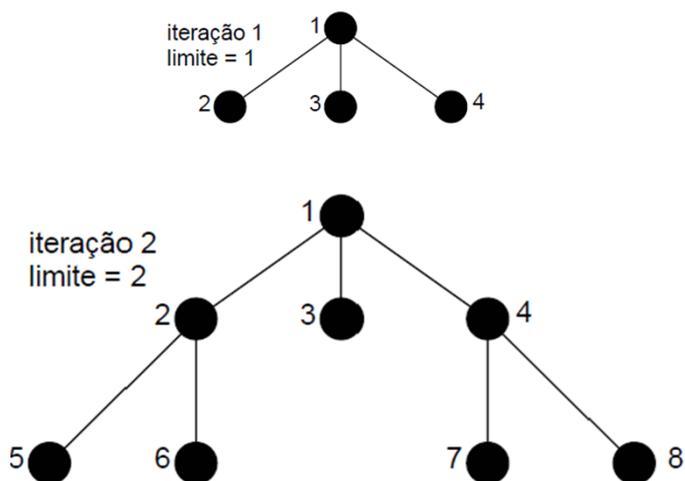
Inteligência Computacional

Busca em profundidade iterativa



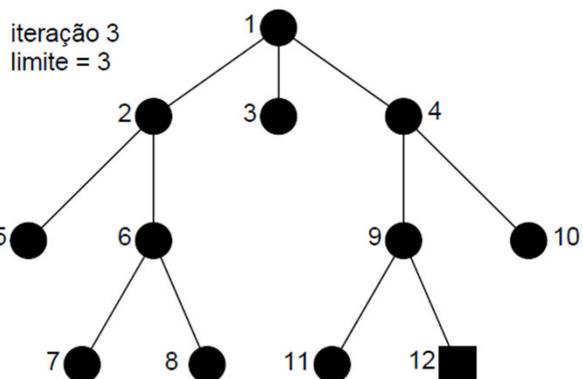
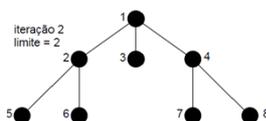
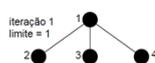
Inteligência Computacional

Busca em profundidade iterativa



Inteligência Computacional

Busca em profundidade iterativa



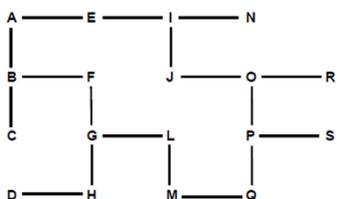
Inteligência Computacional

Algoritmo Básico da Busca em profundidade iterativa

```
resposta = nulo
sucesso = falso
limite = 1
enquanto (sucesso = falso) faça
    resposta e sucesso = busca em profundidade com o valor limite
    se (sucesso = falso) então limite = limite + 1
fim-enquanto
retorna sucesso e resposta
```

Inteligência Computacional

Problema do Labirinto



Método Busca em profundidade iterativa

Entrada: A Saída: S

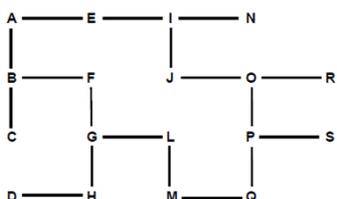
Regras:

Regra 1: ↓ Regra 2: ←
Regra 3: ↑ Regra 4: →

Estratégia:
As regras são aplicadas na ordem acima

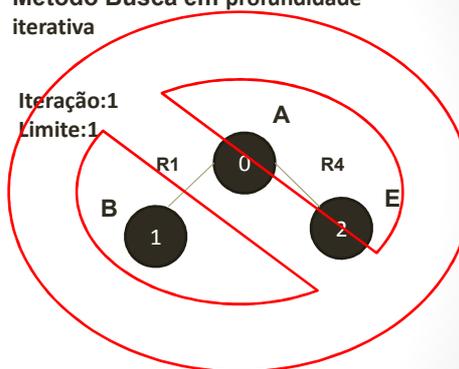
Inteligência Computacional

Problema do Labirinto



Método Busca em profundidade iterativa

Iteração:1
Limite:1



Entrada: A Saída: S

Regras:

Regra 1: ↓ Regra 2: ←
Regra 3: ↑ Regra 4: →

Estratégia:
As regras são aplicadas na ordem acima

Inteligência Computacional

Problema do Labirinto

Entrada: A Saída: S

Regras:

Regra 1: ↓ Regra 2: ←
 Regra 3: ↑ Regra 4: →

Estratégia:
 As regras são aplicadas na ordem acima

Método Busca em profundidade iterativa

Iteração:2
Limite:2

Inteligência Computacional

Problema do Labirinto

Entrada: A Saída: S

Regras:

Regra 1: ↓ Regra 2: ←
 Regra 3: ↑ Regra 4: →

Estratégia:
 As regras são aplicadas na ordem acima

Método Busca em profundidade iterativa

Iteração:3
Limite:3

Inteligência Computacional

Método Busca em profundidade iterativa

Problema do Labirinto

| | | | |
|---|---|---|---|
| A | E | I | N |
| B | F | J | O |
| C | G | L | P |
| D | H | M | Q |

Entrada: A Saída: S

Regras:

| | |
|------------|------------|
| Regra 1: ↓ | Regra 2: ← |
| Regra 3: ↑ | Regra 4: → |

Iteração:4
Limite:4

Estratégia:
As regras são aplicadas na ordem acima

Inteligência Computacional

Método Busca em profundidade iterativa

Problema do Labirinto

| | | | |
|---|---|---|---|
| A | E | I | N |
| B | F | J | O |
| C | G | L | P |
| D | H | M | Q |

Entrada: A Saída: S

Regras:

| | |
|------------|------------|
| Regra 1: ↓ | Regra 2: ← |
| Regra 3: ↑ | Regra 4: → |

Iteração:5
Limite:5

Estratégia:
As regras são aplicadas na ordem acima

Inteligência Computacional

Problema do Labirinto

Iteração:6
Limite:6

Método Busca em profundidade iterativa

Entrada: A Saída: S

Regras:

| | |
|------------|------------|
| Regra 1: ↓ | Regra 2: ← |
| Regra 3: ↑ | Regra 4: → |

Estratégia:
As regras são aplicadas na ordem acima

Inteligência Computacional

Problema dos jarros de água

- Existem dois jarros inicialmente vazios. Um possui capacidade igual a 3 litros e o outro igual a 4 litros.
- Ambos podem ser enchidos completamente utilizando uma torneira e podem também ser esvaziados, despejando a água em um ralo.
- Além disso, a água presente em um jarro pode ser passada para o outro.
- Os jarros não possuem marcações e não é permitido o uso de qualquer instrumento de medida. Deseja-se colocar exatamente dois litros de água no jarro maior.
- Pode-se representar as quantidades de água presentes nos dois jarros pelo par ordenado (x,y) , em que x é a quantidade de água no jarro menor e y a quantidade no jarro maior.
- O estado inicial (ambos vazios) é o par $(0,0)$ e o objetivo é encontrar um par do tipo $(x,2)$, isto é, dois litros no jarro maior e qualquer quantidade no jarro menor.

Inteligência Computacional

Problema dos jarros de água

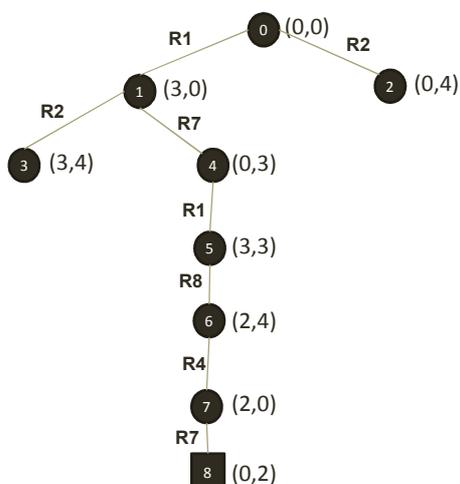
- As regras que definem as ações permitidas são exibidas a seguir, observando que a estratégia de aplicação das mesmas é a ordem de apresentação:

R1: Se $x < 3$, então $(3,y)$. // regra para encher o jarro menor
 R2: Se $y < 4$, então $(x,4)$. // regra para encher o jarro maior
 R3: Se $x > 0$, então $(0,y)$. // regra para esvaziar o jarro menor
 R4: Se $y > 0$, então $(x,0)$. // regra para esvaziar o jarro maior
 R5: Se $y > 0$ e $x+y \leq 3$, então $(x+y,0)$. // regra para passar toda a água do jarro maior para o menor
 R6: Se $y > 0$ e $x+y > 3$, então $(3,y - (3-x))$. // regra para passar parte do maior para o menor
 R7: Se $x > 0$ e $x+y \leq 4$, então $(0,x+y)$. // regra para passar toda a água do jarro menor para o maior
 R8: Se $x > 0$ e $x+y > 4$, então $(x - (4-y),4)$. // regra para passar parte do menor para o maior

Inteligência Computacional

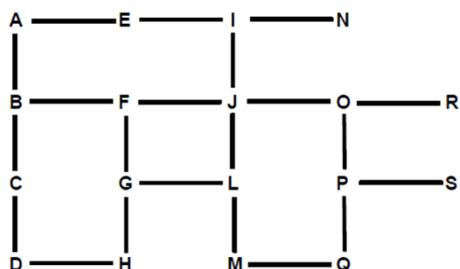
Por opção do professor estou apenas disponibilizando o resultado final do processo de busca em profundidade iterativa para o problema dos Jarros de Água. O aluno deverá fazer como exercício **todas as etapas** até atingir a solução desejada no problema.

Iteração:6
Limite:6



Inteligência Computacional

Utilizando o Método de Busca em profundidade iterativa , resolva:



Regras

Regra 1: →

Regra 2: ↓

Regra 3: ↑

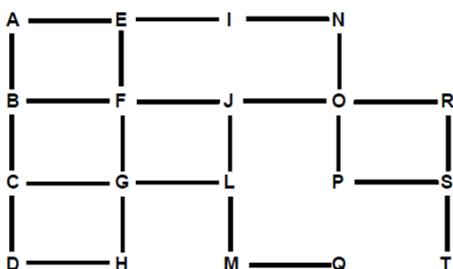
Regra 4: ←

Partida: N
Destino: Q

Estratégia:
As regras são aplicadas na ordem acima

Inteligência Computacional

Utilizando o Método de Busca em profundidade iterativa , resolva:



Regras

Regra 1: →

Regra 2: ↓

Regra 3: ↑

Regra 4: ←

Partida: A
Destino: Q

Estratégia:
As regras são aplicadas na ordem acima

Inteligência Computacional

- Pode-se pensar que se realiza um esforço desnecessário ao se gerar e descartar árvores. Isto realmente ocorre em problemas bastante simples. Entretanto, este método se mostra eficiente em problemas mais complexos que possuem maiores espaços de busca e que não se tem conhecimento a respeito da profundidade da solução.
- Analogamente, há o **método backtracking iterativo** que utiliza o backtracking no lugar da busca em profundidade.

Inteligência Computacional

- Bibliografia utilizada para estas notas de aula:
 - Russel, Stuart J. Inteligência Artificial. Stuart J. Russel. Rio de Janeiro. Elsevier. 2004
 - Notas de Aula do Prof. ROGÉRIO ESPÍNDOLA, disponível na Biblioteca Virtual de docentes – SIA – Estácio, para a disciplina de Inteligência Computacional 1