

# Inteligência Artificial

## Aula 5 - vídeo 2 - Resolução de Problemas usando Busca

João C. P. da Silva

Dept. Ciência da Computação - UFRJ

9 de setembro de 2020

# Resolução de Problemas Usando Busca

## Conhecimento sobre o problema

- Informações sobre o mapa. Como representá-las?
- Ações possíveis. Como ir de uma cidade para outra?

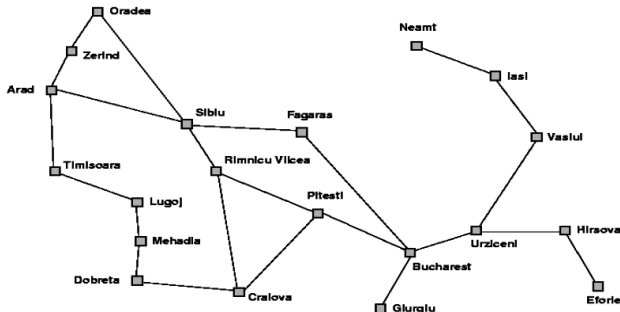


Figura: Fonte: Artificial Intelligence: A Modern Approach - Russell and Norvig

# Resolução de Problemas Usando Busca

## Conhecimento sobre o problema

Informações sobre o mapa. Como representá-las?

# Resolução de Problemas Usando Busca

## Conhecimento sobre o problema

Informações sobre o mapa. Como representá-las?

estrada(arad,zerind).  
estrada(arad,timisoara).  
estrada(sibiu,oradea).  
estrada(sibiu,rimnicu).  
estrada(lugoj,mehadia).  
estrada(dobreta,cralova).  
estrada(cralova,pitesti).  
estrada(fagaras,bucharest).  
estrada(bucharest,glurgiu).  
estrada(urziceni,hirsova).  
estrada(urziceni,vaslul).  
estrada(iasi,neamt).

estrada(arad,sibiu).  
estrada(zerind,oradea).  
estrada(sibiu,fagaras).  
estrada(timisoara,lugoj).  
estrada(mehadia,dobreta).  
estrada(cralova,rimnicu).  
estrada(rimnicu,pitesti).  
estrada(pitesti,bucharest).  
estrada(bucharest,urziceni).  
estrada(hirsova,etorie).  
estrada(vaslul,iasi).

# Resolução de Problemas Usando Busca

## Busca - Possíveis Soluções

Como podemos encontrar o caminho de Arad a Bucharest?

# Resolução de Problemas Usando Busca

## Busca - Possíveis Soluções

Como podemos encontrar o caminho de Arad a Bucharest?

*caminho(Inicio, Objetivo, L1, L2) : —  
    estrada(Inicio, Objetivo), !,  
    append(L1, [Inicio, Objetivo], L2).*

# Resolução de Problemas Usando Busca

## Busca - Possíveis Soluções

Como podemos encontrar o caminho de Arad a Bucharest?

*caminho(Inicio, Objetivo, L1, L2) : —  
    estrada(Inicio, Objetivo), !,  
    append(L1, [Inicio, Objetivo], L2).*

*caminho(X, Objetivo, L1, L2) : —  
    estrada(X, Y),  
    append(L1, [X], L3), caminho(Y, Objetivo, L3, L2).*

# Resolução de Problemas Usando Busca

## Busca - Possíveis Soluções

Como podemos encontrar o caminho de Arad a Bucharest?

*caminho(Inicio, Objetivo, L1, L2) : —  
    estrada(Inicio, Objetivo), !,  
    append(L1, [Inicio, Objetivo], L2).*

*caminho(X, Objetivo, L1, L2) : —  
    estrada(X, Y),  
    append(L1, [X], L3), caminho(Y, Objetivo, L3, L2).*

Qual é a solução de melhor custo?



# Resolução de Problemas Usando Busca

## Busca - Possíveis Soluções

Como podemos encontrar o caminho de Arad a Bucharest?

*caminho(Inicio, Objetivo, L1, L2) : —  
    estrada(Inicio, Objetivo), !,  
    append(L1, [Inicio, Objetivo], L2).*

*caminho(X, Objetivo, L1, L2) : —  
    estrada(X, Y),  
    append(L1, [X], L3), caminho(Y, Objetivo, L3, L2).*

Qual é a solução de melhor custo?

*A que percorre o menor número de cidades.*

# Resolução de Problemas Usando Busca

*caminho(Inicio, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(Inicio, Objetivo),!,  
    append(L1, [Inicio, Objetivo], L2).*

*caminho(X, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(X, Y),  
    append(L1, [X], L3), caminho(Y, Objetivo, L3, L2).*

*? – caminho(arad, bucharest, [], L).*

# Resolução de Problemas Usando Busca

*caminho(Inicio, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(Inicio, Objetivo),!,  
    append(L1, [Inicio, Objetivo], L2).*

*caminho(X, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(X, Y),  
    append(L1, [X], L3), caminho(Y, Objetivo, L3, L2).*

? – *caminho(arad, bucharest, [], L).*

*L = [arad, sibiu, fagaras, bucharest];*

*L = [arad, sibiu, rimnicu, pitesti, bucharest];*

*L = [arad, timisoara, lugoj, mehadia, dobreta, cralova,  
    rimnicu, pitesti, bucharest];*

*L = [arad, timisoara, lugoj, mehadia, dobreta, cralova,  
    pitesti, bucharest].*

# Resolução de Problemas Usando Busca

*caminho(Inicio, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(Inicio, Objetivo),!,  
    append(L1, [Inicio, Objetivo], L2).*

*caminho(X, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(X, Y),  
    append(L1, [X], L3), caminho(Y, Objetivo, L3, L2).*

? – *caminho(arad, bucharest, [], L).*

*L = [arad, sibiu, fagaras, bucharest];*

*L = [arad, sibiu, rimnicu, pitesti, bucharest];*

*L = [arad, timisoara, lugoj, mehadia, dobreta, cralova,  
    rimnicu, pitesti, bucharest];*

*L = [arad, timisoara, lugoj, mehadia, dobreta, cralova,  
    pitesti, bucharest].*

**Existem mais soluções?**

# Resolução de Problemas Usando Busca

*caminho(Inicio, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(Inicio, Objetivo), !,  
    append(L1, [Inicio, Objetivo], L2).*

*caminho(X, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(X, Y),  
    append(L1, [X], L3), caminho(Y, Objetivo, L3, L2).*

? – *caminho(arad, zerind, [], L).*

*L = [arad, zerind];*

# Resolução de Problemas Usando Busca

*caminho(Inicio, Objetivo, L1, L2) : –*  
    *estrada(Inicio, Objetivo), !,*  
    *append(L1, [Inicio, Objetivo], L2).*

*caminho(X, Objetivo, L1, L2) : –*  
    *estrada(X, Y),*  
    *append(L1, [X], L3), caminho(Y, Objetivo, L3, L2).*

? – *caminho(arad, zerind, [], L).*

*L = [arad, zerind];*

? – *caminho(zerind, arad, [], L).*

*false*

# Resolução de Problemas Usando Busca

*caminho(Inicio, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(Inicio, Objetivo), !,  
    append(L1, [Inicio, Objetivo], L2).*

*caminho(X, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(X, Y),  
    append(L1, [X], L3), caminho(Y, Objetivo, L3, L2).*

? – *caminho(arad, zerind, [], L).*

*L = [arad, zerind];*

? – *caminho(zerind, arad, [], L).*

*false*

**Por que ???**

# Resolução de Problemas Usando Busca

Acrescentar os caminhos de volta.

estrada(zerind,arad).  
estrada(timisoara,arad).  
estrada(oradea,sibiu).  
estrada(rimnicu,sibiu).  
estrada(mehadia,lugoj).  
estrada(cralova,dobreta).  
estrada(pitesti,cralova).  
estrada(bucharest,fagaras).  
estrada(glurgiu,bucharest).  
estrada(hirsova,urziceni).  
estrada(vaslul,urziceni).  
estrada(neamt,iasi).

estrada(sibiu,arad).  
estrada(oradea,zerind).  
estrada(fagaras,sibiu).  
estrada(lugoj,timisoara).  
estrada(dobreta,mehadia).  
estrada(rimnicu,cralova).  
estrada(pitesti,rimnicu).  
estrada(bucharest,pitesti).  
estrada(urziceni,bucharest).  
estrada(etorie,hirsova).  
estrada(iasi,vaslul).



# Resolução de Problemas Usando Busca

*caminho(Inicio, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(Inicio, Objetivo), !,  
    append(L1, [Inicio, Objetivo], L2).*

*caminho(X, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(X, Y),  
    append(L1, [X], L3), caminho(Y, Objetivo, L3, L2).*

? – *caminho(arad, zerind, [], L).*

*L = [arad, zerind];*

? – *caminho(zerind, arad, [], L).*

*L = [zerind, arad];*

# Resolução de Problemas Usando Busca

*caminho(Inicio, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(Inicio, Objetivo), !,  
    append(L1, [Inicio, Objetivo], L2).*

*caminho(X, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(X, Y),  
    append(L1, [X], L3), caminho(Y, Objetivo, L3, L2).*

*? – caminho(arad, bucharest, [], L).*

# Resolução de Problemas Usando Busca

```
caminho(Inicio, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(Inicio, Objetivo), !,  
    append(L1, [Inicio, Objetivo], L2).
```

```
caminho(X, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(X, Y),  
    append(L1, [X], L3), caminho(Y, Objetivo, L3, L2).
```

? – *caminho(arad, bucharest, [], L).*

ERROR: Out of global stack

# Resolução de Problemas Usando Busca

```
caminho(Inicio, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(Inicio, Objetivo), !,  
    append(L1, [Inicio, Objetivo], L2).
```

```
caminho(X, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(X, Y),  
    append(L1, [X], L3), caminho(Y, Objetivo, L3, L2).
```

? – *caminho(arad, bucharest, [], L).*

ERROR: Out of global stack

**Por que ???**

# Resolução de Problemas Usando Busca

```
caminho(Inicio, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(Inicio, Objetivo), !,  
    append(L1, [Inicio, Objetivo], L2).
```

```
caminho(X, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(X, Y),  
    append(L1, [X], L3), caminho(Y, Objetivo, L3, L2).
```

? – *caminho(arad, bucharest, [], L).*

ERROR: Out of global stack

Por que ??? Não verificamos estados repetidos.

# Resolução de Problemas Usando Busca

```
caminho(Inicio, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(Inicio, Objetivo), !,  
    append(L1, [Inicio, Objetivo], L2).
```

```
caminho(X, Objetivo, L1, L2) : –  
    estrada(X, Y),  
    append(L1, [X], L3), caminho(Y, Objetivo, L3, L2).
```

? – *caminho(arad, bucharest, [], L).*

ERROR: Out of global stack

Por que ??? Não verificamos estados repetidos.

# Resolução de Problemas Usando Busca

*caminho(Inicio, Objetivo, L1, L2, Lcidades) : –*  
    *estrada(Inicio, Objetivo), !,*  
    *append(L1, [Inicio, Objetivo], L2).*

*caminho(X, Objetivo, L1, L2, Lcidades) : –*  
    *estrada(X, Y),*  
    *\ + (member(Y, Lcidades)),*  
    *append(Lcidades, [Y], Lcidades1),*  
    *append(L1, [X], L3), caminho(Y, Objetivo, L3, L2, Lcidades1).*

    ? – *caminho(arad, bucharest, [], L, [arad]).*

*L = [arad, zerind, oradea, sibiu, fagaras, bucharest];*

*L = [arad, zerind, oradea, sibiu, rimnicu, pitesti, bucharest];*

*L = [arad, zerind, oradea, sibiu, rimnicu, cralova, pitesti, bucharest];*

*L = [arad, sibiu, fagaras, bucharest];*

*L = [arad, sibiu, rimnicu, pitesti, bucharest];*

*L = [arad, sibiu, rimnicu, cralova, pitesti, bucharest];*

*L = [arad, timisoara, lugoj, mehadia, dobreta, cralova, rimnicu, pitesti, bucharest];*

*L = [arad, timisoara, lugoj, mehadia, dobreta, cralova, rimnicu, sibiu, fagaras|...];*

*L = [arad, timisoara, lugoj, mehadia, dobreta, cralova, pitesti, bucharest];*

false.

# Inteligência Artificial

## Aula 5 - vídeo 2 - Resolução de Problemas usando Busca

João C. P. da Silva

Dept. Ciência da Computação - UFRJ

9 de setembro de 2020