

Inteligência Artificial

Aula 5 - vídeo 1 - 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

- Construção de Agentes Inteligentes

Resolução de Problemas Usando Busca

- Construção de Agentes Inteligentes
- Ambiente

Resolução de Problemas Usando Busca

- Construção de Agentes Inteligentes
- Ambiente
- Percepção

Resolução de Problemas Usando Busca

- Construção de Agentes Inteligentes
- Ambiente
- Percepção
- Agir

Resolução de Problemas Usando Busca

- Construção de Agentes Inteligentes
- Ambiente
- Percepção
- Agir
- Resolver o problema

Resolução de Problemas Usando Busca

Problema: Dado um mapa rodoviário da Romênia, ir de Arad até Bucareste.

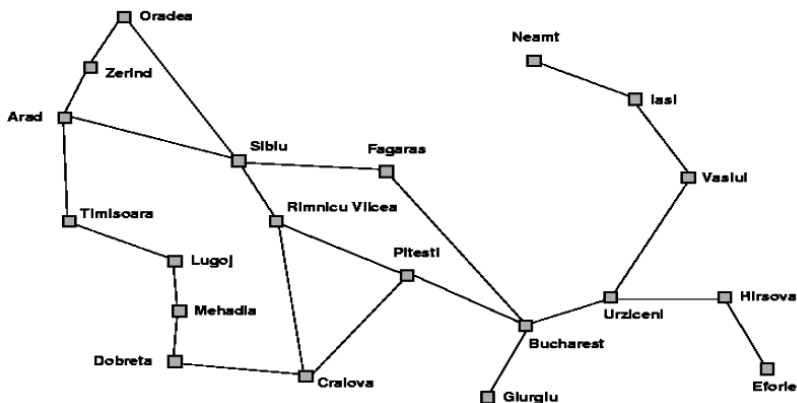


Figura: Fonte: Artificial Intelligence: A Modern Approach - Russell and Norvig

Resolução de Problemas Usando Busca

- **Formulação do problema**

Resolução de Problemas Usando Busca

- **Formulação do problema**

- Objetivo, Espaço de Estados, Estado inicial e Ações.

Resolução de Problemas Usando Busca

- **Formulação do problema**

- Objetivo, Espaço de Estados, Estado inicial e Ações.

- **Algoritmo de Busca**

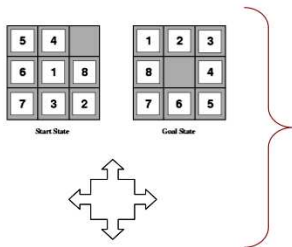
Resolução de Problemas Usando Busca

- **Formulação do problema**

- Objetivo, Espaço de Estados, Estado inicial e Ações.

- **Algoritmo de Busca**

- Parte da formulação do problema e busca sistematicamente uma solução.



Formulação do Problema

- **Formulação do Objetivo:**

Formulação do Problema

- **Formulação do Objetivo:** estar em Bucareste.

Formulação do Problema

- **Formulação do Objetivo:** estar em Bucareste.
- **Formulação do Problema**

Formulação do Problema

- **Formulação do Objetivo:** estar em Bucareste.
- **Formulação do Problema**
 - Estados:

Formulação do Problema

- **Formulação do Objetivo:** estar em Bucareste.
- **Formulação do Problema**
 - **Estados:** cada cidade onde o agente pode estar;

Formulação do Problema

- **Formulação do Objetivo:** estar em Bucareste.
- **Formulação do Problema**
 - **Estados:** cada cidade onde o agente pode estar;
 - **Estado inicial:**

Formulação do Problema

- **Formulação do Objetivo:** estar em Bucareste.
- **Formulação do Problema**
 - **Estados:** cada cidade onde o agente pode estar;
 - **Estado inicial:** Arad;

Formulação do Problema

- **Formulação do Objetivo:** estar em Bucareste.
- **Formulação do Problema**
 - **Estados:** cada cidade onde o agente pode estar;
 - **Estado inicial:** Arad;
 - **Operadores:**

Formulação do Problema

- **Formulação do Objetivo:** estar em Bucareste.
- **Formulação do Problema**
 - **Estados:** cada cidade onde o agente pode estar;
 - **Estado inicial:** Arad;
 - **Operadores:** dirigir de um lugar para outro.

Formulação do Problema

- **Formulação do Objetivo:** estar em Bucareste.
- **Formulação do Problema**
 - **Estados:** cada cidade onde o agente pode estar;
 - **Estado inicial:** Arad;
 - **Operadores:** dirigir de um lugar para outro.
- **Encontrar Solução:**

Formulação do Problema

- **Formulação do Objetivo:** estar em Bucareste.
- **Formulação do Problema**
 - **Estados:** cada cidade onde o agente pode estar;
 - **Estado inicial:** Arad;
 - **Operadores:** dirigir de um lugar para outro.
- **Encontrar Solução:** Sequência de estradas (ou cidades) pelas quais o agente deve passar até chegar a Bucareste.

Formulação do Problema

- **Formulação do Objetivo:** estar em Bucareste.
- **Formulação do Problema**
 - **Estados:** cada cidade onde o agente pode estar;
 - **Estado inicial:** Arad;
 - **Operadores:** dirigir de um lugar para outro.
- **Encontrar Solução:** Sequência de estradas (ou cidades) pelas quais o agente deve passar até chegar a Bucareste.
- **Custo da Solução Encontrada**

Representação do Problema

Ideia Básica:

Representação do Problema

Ideia Básica: exploração simulada do espaço de estados através da geração dos sucessores de estados já expandidos.

Representação do Problema

Ideia Básica: exploração simulada do espaço de estados através da geração dos sucessores de estados já expandidos.

- Um **estado** é uma representação de uma configuração física.

Representação do Problema

Ideia Básica: exploração simulada do espaço de estados através da geração dos sucessores de estados já expandidos.

- Um **estado** é uma representação de uma configuração física.
- Um **nó** é uma estrutura de dados que constitui parte da árvore/gráfico de busca

Representação do Problema

Ideia Básica: exploração simulada do espaço de estados através da geração dos sucessores de estados já expandidos.

- Um **estado** é uma representação de uma configuração física.
- Um **nó** é uma estrutura de dados que constitui parte da árvore/gráfico de busca

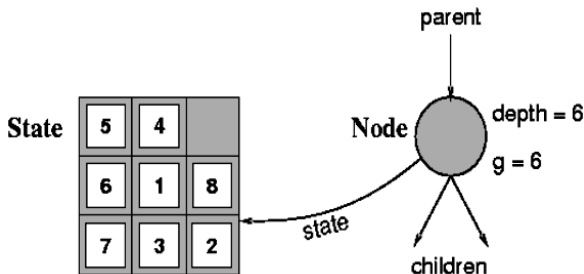


Figura: Fonte: Artificial Intelligence: A Modern Approach - Russell and Norvig

Representação do Problema

Ideia Básica : exploração simulada do espaço de estados através da geração dos sucessores de estados já expandidos.

- Um **grafo** consiste de um conjunto de nós e um conjunto de pares ordenados de nós, chamados arestas.
- Nó n_2 é um **vizinho** de n_1 se existe uma aresta de n_1 para n_2 .
- Um **caminho** é uma sequência de nós n_0, n_1, \dots, n_k tal que (n_{i-1}, n_i) pertence ao conjunto de arestas.
- Dado um conjunto de **nós-iniciais** e **nós-objetivo**, uma solução é um caminho de um nó inicial até um nó objetivo.

Formulação do Problema

Mundo do Aspirador de Pó

Formulação do Problema

Mundo do Aspirador de Pó

- **Agente:** Aspirador de Pó

Formulação do Problema

Mundo do Aspirador de Pó

- **Agente:** Aspirador de Pó
- **Ambiente:** Duas salas contíguas

Formulação do Problema

Mundo do Aspirador de Pó

- **Agente:** Aspirador de Pó
- **Ambiente:** Duas salas contíguas
- **Ações:** Ir para direita (*R-right*), ir para esquerda (*L-left*) e aspirar o pó (*S-suck*)

Formulação do Problema

Mundo do Aspirador de Pó

- **Agente:** Aspirador de Pó
- **Ambiente:** Duas salas contíguas
- **Ações:** Ir para direita (*R-right*), ir para esquerda (*L-left*) e aspirar o pó (*S-suck*)
- **Objetivos:** as duas salas limpas

Formulação do Problema

Mundo do Aspirador de Pó

- **Agente:** Aspirador de Pó
- **Ambiente:** Duas salas contíguas
- **Ações:** Ir para direita (*R-right*), ir para esquerda (*L-left*) e aspirar o pó (*S-suck*)
- **Objetivos:** as duas salas limpas
- **Custo:** Número de ações executadas

Formulação do Problema

Mundo do Aspirador de Pó - Mundos Possíveis

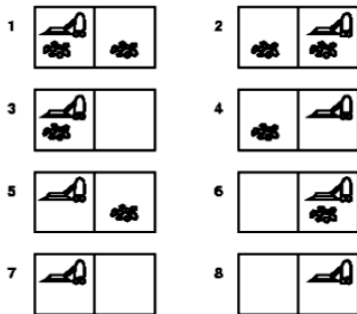


Figura: Fonte: Artificial Intelligence: A Modern Approach - Russell and Norvig

Tipos de Problemas

- **Problema de Estado Único:** determinístico e acessível

Tipos de Problemas

- **Problema de Estado Único:** determinístico e acessível
- **Estados:**

Tipos de Problemas

- **Problema de Estado Único:** determinístico e acessível
- **Estados:** Conjunto formado pelos possíveis estados do problema ($\{1,2,3,4,5,6,7,8\}$)

Tipos de Problemas

- **Problema de Estado Único:** determinístico e acessível
- **Estados:** Conjunto formado pelos possíveis estados do problema
($\{1,2,3,4,5,6,7,8\}$)
- **Operadores:**

Tipos de Problemas

- **Problema de Estado Único:** determinístico e acessível
- **Estados:** Conjunto formado pelos possíveis estados do problema ($\{1,2,3,4,5,6,7,8\}$)
- **Operadores:**
 - **R:** ir para a direita
 - **L:** ir para a esquerda
 - **S:** aspirar

Tipos de Problemas

- **Problema de Estado Único:** determinístico e acessível
- **Estados:** Conjunto formado pelos possíveis estados do problema ($\{1,2,3,4,5,6,7,8\}$)
- **Operadores:**
 - **R:** ir para a direita
 - **L:** ir para a esquerda
 - **S:** aspirar
- **Objetivo :**

Tipos de Problemas

- **Problema de Estado Único:** determinístico e acessível
- **Estados:** Conjunto formado pelos possíveis estados do problema ($\{1,2,3,4,5,6,7,8\}$)
- **Operadores:**
 - **R:** ir para a direita
 - **L:** ir para a esquerda
 - **S:** aspirar
- **Objetivo :** Limpar as duas salas (estados 7 e 8)

Tipos de Problemas

- **Problema de Estado Único:** determinístico e acessível
- **Estados:** Conjunto formado pelos possíveis estados do problema ($\{1,2,3,4,5,6,7,8\}$)
- **Operadores:**
 - **R:** ir para a direita
 - **L:** ir para a esquerda
 - **S:** aspirar
- **Objetivo :** Limpar as duas salas (estados 7 e 8)
- **Custo do Caminho:** Cada ação tem custo 1

Tipos de Problemas

- **Problema de Estado Único:** determinístico e acessível

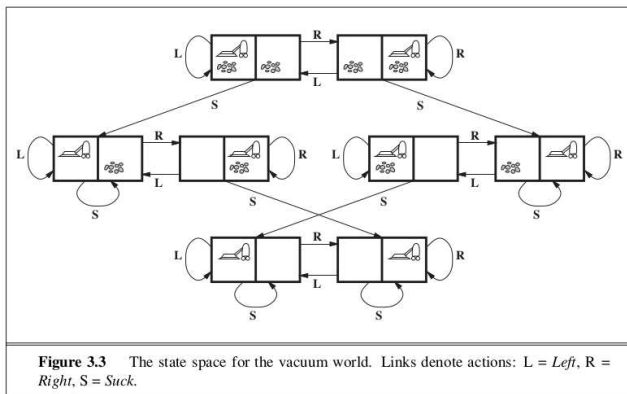


Figura: Artificial Intelligence: A modern Approach - Russell and Norvig

Tipos de Problemas

- **Problema de Estado Único:** determinístico e acessível

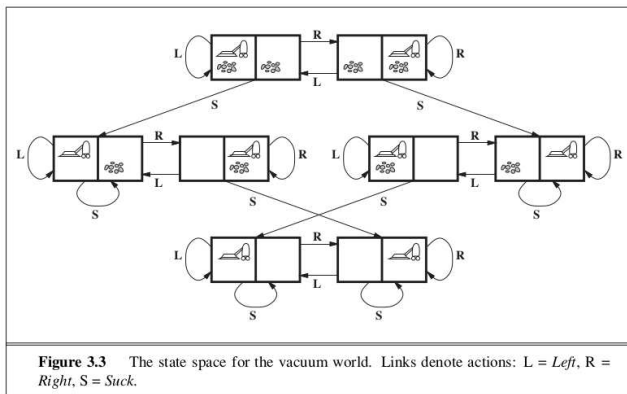


Figura: Artificial Intelligence: A modern Approach - Russell and Norvig

Começando no estado 5, conseguimos chegar a uma solução?

Tipos de Problemas

- **Problema de Múltiplos Estados:** determinístico e inacessível

Tipos de Problemas

- **Problema de Múltiplos Estados:** determinístico e inacessível
- **Estados:**

Tipos de Problemas

- **Problema de Múltiplos Estados:** determinístico e inacessível
- **Estados:** Conjunto de todos os subconjuntos possíveis de $\{1,2,3,4,5,6,7,8\}$ menos o conjunto \emptyset

Tipos de Problemas

- **Problema de Múltiplos Estados:** determinístico e inacessível
- **Estados:** Conjunto de todos os subconjuntos possíveis de $\{1,2,3,4,5,6,7,8\}$ menos o conjunto \emptyset

Tipos de Problemas

- **Problema de Múltiplos Estados:** determinístico e inacessível
- **Estados:** Conjunto de todos os subconjuntos possíveis de $\{1,2,3,4,5,6,7,8\}$ menos o conjunto \emptyset
- **Operadores:**

Tipos de Problemas

- **Problema de Múltiplos Estados:** determinístico e inacessível
- **Estados:** Conjunto de todos os subconjuntos possíveis de $\{1,2,3,4,5,6,7,8\}$ menos o conjunto \emptyset)
- **Operadores:**
 - **R:** ir para a direita
 - **L:** ir para a esquerda
 - **S:** aspirar

Tipos de Problemas

- **Problema de Múltiplos Estados:** determinístico e inacessível
- **Estados:** Conjunto de todos os subconjuntos possíveis de $\{1,2,3,4,5,6,7,8\}$ menos o conjunto \emptyset)
- **Operadores:**
 - **R:** ir para a direita
 - **L:** ir para a esquerda
 - **S:** aspirar
- **Objetivo :**

Tipos de Problemas

- **Problema de Múltiplos Estados:** determinístico e inacessível
- **Estados:** Conjunto de todos os subconjuntos possíveis de $\{1,2,3,4,5,6,7,8\}$ menos o conjunto \emptyset)
- **Operadores:**
 - **R:** ir para a direita
 - **L:** ir para a esquerda
 - **S:** aspirar
- **Objetivo :** Limpar as duas salas (estados $\{7\}$, $\{8\}$ e $\{7,8\}$)

Tipos de Problemas

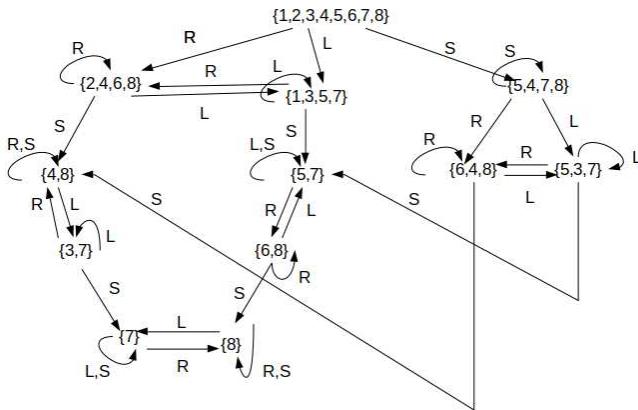
- **Problema de Múltiplos Estados:** determinístico e inacessível
- **Estados:** Conjunto de todos os subconjuntos possíveis de $\{1,2,3,4,5,6,7,8\}$ menos o conjunto \emptyset)
- **Operadores:**
 - **R:** ir para a direita
 - **L:** ir para a esquerda
 - **S:** aspirar
- **Objetivo :** Limpar as duas salas (estados $\{7\}$, $\{8\}$ e $\{7,8\}$)
- **Custo do Caminho:** Cada ação tem custo 1

Tipos de Problemas

- **Problema de Múltiplos Estados:** determinístico e inacessível
- Começando no estado $\{1,2,3,4,5,6,7,8\}$, conseguimos solucionar o problema?

Tipos de Problemas

- **Problema de Múltiplos Estados:** determinístico e inacessível
- Começando no estado $\{1,2,3,4,5,6,7,8\}$, conseguimos solucionar o problema?



Tipos de Problemas

- **Problema de Contingência:** não-determinístico e inacessível

Tipos de Problemas

- **Problema de Contingência:** não-determinístico e inacessível

Lei de Murphy : Aspirar pode sujar uma sala limpa. Solução ?

Inteligência Artificial

Aula 5 - vídeo 1 - Resolução de Problemas usando Busca

João C. P. da Silva

Dept. Ciência da Computação - UFRJ

9 de setembro de 2020