

INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Prof. Ronaldo R. Goldschmidt

rribeiro@univercidade.br

ronaldo_goldschmidt@yahoo.com.br

PROGRAMA

- 1. INTRODUÇÃO E CONCEITOS BÁSICOS**
- 2. REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO**
- 3. SISTEMAS ESPECIALISTAS**
- 4. LÓGICA NEBULOSA**
- 5. REDES NEURAIS**
- 6. ALGORITMOS GENÉTICOS**
- 7. OUTROS MODELOS E APLICAÇÕES**

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Como resolver um problema utilizando IC ?

“É necessário armazenar o conhecimento...”

“Que espécie de conhecimento está envolvido?”

“É necessário um conhecimento especializado?”

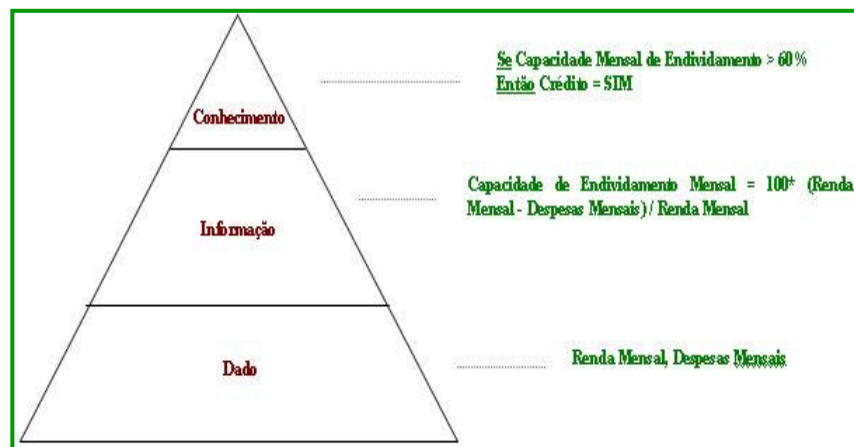
“Quais as principais idéias envolvidas?”

“Como esse conhecimento pode ser melhor representado?”

Essas questões são necessárias, pois precisamos de uma representação completa, concisa e transparente para ser tratada de forma eficiente em um ambiente computacional.

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Hierarquia Dado - Informação - Conhecimento:



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

O que é Representação do Conhecimento?

Uma representação é um **conjunto de convenções sintáticas e semânticas** que nos possibilitam **descrever coisas**.

A **representação sintática** especifica os **símbolos** que podem ser usados e as **maneiras** como aqueles símbolos **podem ser arranjados**.

A **representação semântica** especifica que **significado** está incorporado naqueles **símbolos** representados pela sintaxe.

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

O que é Representação do Conhecimento?

São **linguagens formais** utilizadas para **expressar o conhecimento** de especialistas em alguma área.

Toda **forma de representação do conhecimento** deve dispor de algum **mecanismo** computacional que possa **processar o conhecimento representado**.

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Exemplos de Formas de Representação do Conhecimento:

Lógica Matemática (Cálculo de Predicados)

A Lógica, que é o estudo matemático e filosófico mais antigo sobre a natureza do raciocínio e do **conhecimento**, foi um dos primeiros esquemas de representação usados em IA.

Exemplo: Todo amigo de Paulo é amigo de Pedro
 $\forall X(\text{amigo}(X, \text{Paulo}) \rightarrow \text{amigo}(X, \text{Pedro}))$

Envolve sentenças cujo valor lógico deve ser apurado após a instanciação de variáveis.

Predicado: amigo(X,Y)
Variável: X
Constantes: Paulo, Pedro

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Exemplos de Formas de Representação do Conhecimento:

Regras de Produção

São **implicações** da forma:

Se <lista de predicados> **Então** <lista de predicados>

Onde:

Lista de Predicados : **Predicado** **oplog** **Lista de Predicados**

Predicado : **Atributo** **opcomp** **Valor**

Exemplo:

Se Temperatura > 37
Então Febre = Sim

Antecedente - Consequente

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

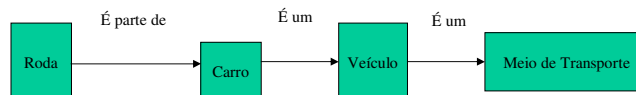
Exemplos de Formas de Representação do Conhecimento:

Redes Semânticas

Tentativa de **simular** o **modelo psicológico** de **memória associativa humana**.

Modela o **conhecimento** como um **grafo**: **vértices** são **itens** e **arestas** expressam a **relação entre os itens**.

Exemplo:



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Exemplos de Formas de Representação do Conhecimento:

Quadros e Roteiros

Utilizados para modelar **situações estereotipadas** (**Quadros**) para as quais podem ser definidas **ações padronizadas** (**Scripts**).

Exemplo:

Quadro:	Almoço em Restaurante
Roteiro:	Entrar no ambiente
	Sentar à mesa
	Pedir cardápio
	Escolher prato
	Solicitar prato
	Comer
	Solicitar conta
	Pagar
	Sair

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Como escolher qual modelo de RC deve ser utilizado ?

Considera-se o **uso final** do CONHECIMENTO, que pode ser:

- (i) **adquirir mais conhecimento;**
- (ii) **recuperar conhecimento;**
- (iii) **Processar o conhecimento p/ obter soluções.**

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

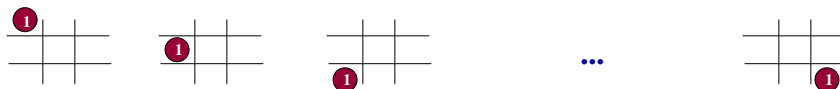
Problemas e Espaço de Soluções

Dado um problema, qual o conjunto de soluções possíveis para este problema → Espaço de Soluções

Exemplo: Jogo da Velha



Espaço de Soluções (1a. Jogada):



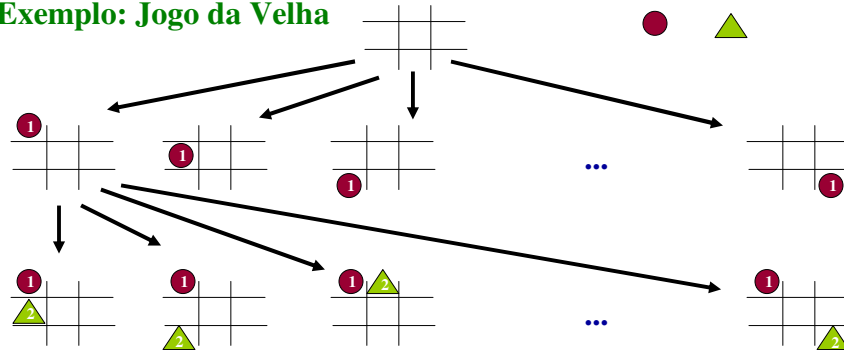
O espaço de soluções de um problema pode ser infinito.

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Problemas e Espaço de Soluções

Em geral, os espaços de soluções são representados por grafos.

Exemplo: Jogo da Velha

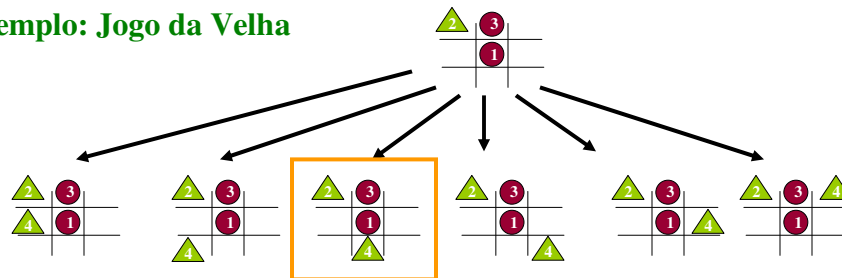


REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

O que são Heurísticas ?

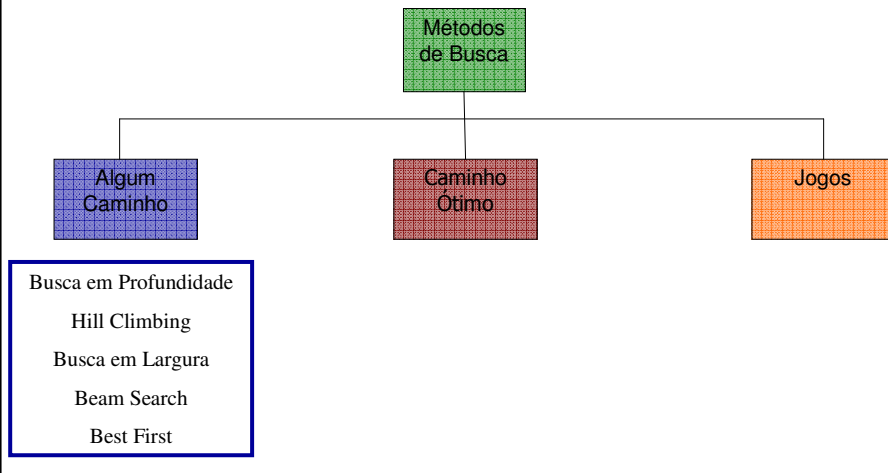
São conhecimentos prévios sobre um determinado problema que auxiliam na busca por soluções, simplificando o espaço de busca.

Exemplo: Jogo da Velha



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

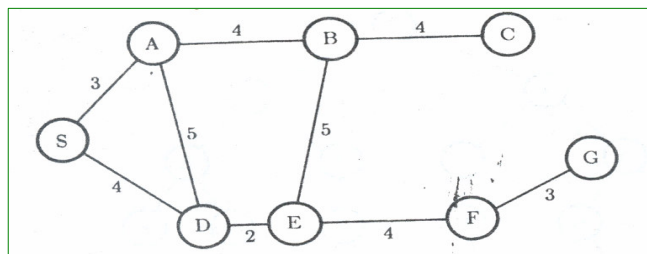
Métodos de Busca – Uma Taxonomia



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

O Problema Básico de Busca

Encontrar um caminho a partir de um nó inicial (S) até um nó terminal (G).



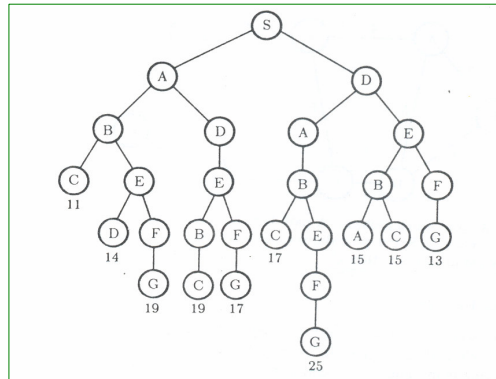
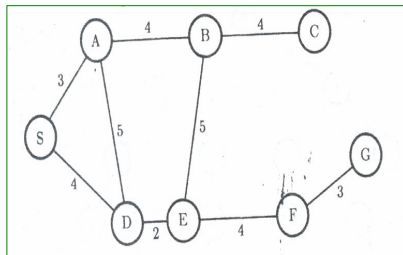
Envolve dois tipos de esforço: encontrar um caminho (ou menor caminho) e percorrer o caminho encontrado.

Esquema de Anotação para evitar a repetição de trechos: exploração ordenada de todos os caminhos.

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

O Problema Básico de Busca

Estratégia: eliminação de ciclos: grafo $\rightarrow$ árvore



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Algum Caminho: Busca em Profundidade

- Deve-se escolher o vértice de partida (raiz da árvore).
- Consiste em visitar um vértice v e depois visitar recursivamente todos os vértices adjacentes a v .

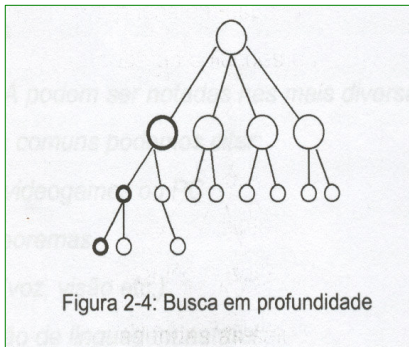
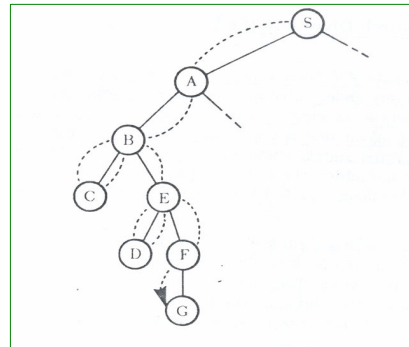


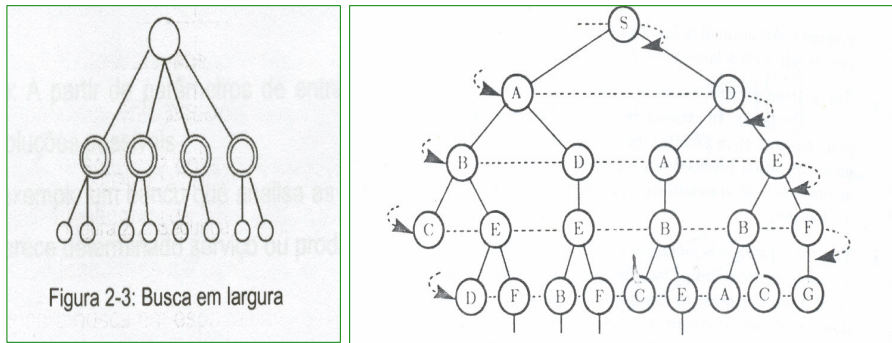
Figura 2-4: Busca em profundidade



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Algum Caminho: Busca em Largura

- Deve-se escolher o vértice de partida (raiz no caso de árvore).
- Consiste em visitar todos os vértices em um mesmo nível da árvore, antes de passar para o próximo nível.

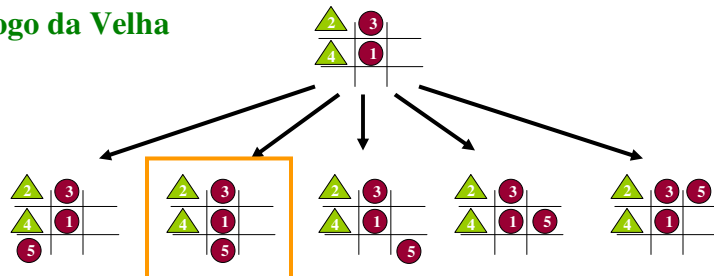


REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Algum Caminho: Busca em Largura

- Deve-se escolher o vértice de partida (raiz no caso de árvore).
- Consiste em visitar todos os vértices em um mesmo nível da árvore, antes de passar para o próximo nível.

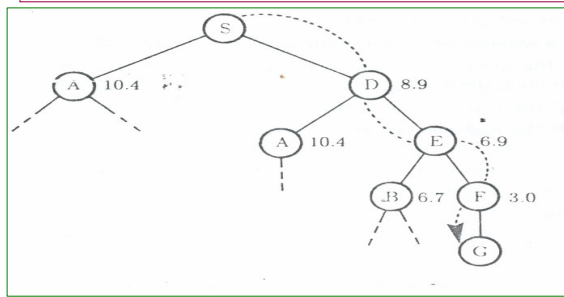
Exemplo: Jogo da Velha



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Algum Caminho: Hill Climbing

- Similar à busca em profundidade, onde os **filhos do melhor nó em um nível são ordenados**. O **melhor filho** é explorado primeiro no nível seguinte. Também requer medida heurística que forneça um indicativo da distância remanescente em relação ao objetivo.



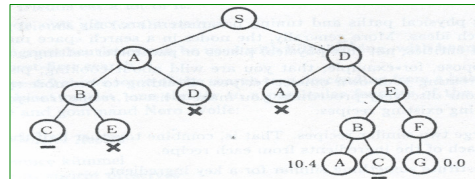
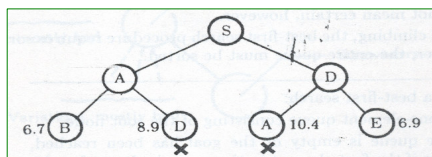
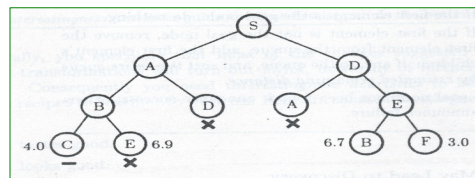
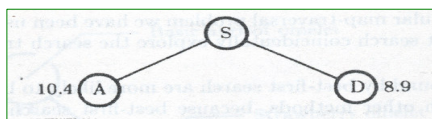
Quanto melhor a heurística: melhor o hill climbing em relação à busca em profundidade.

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Algum Caminho: Beam Search

- Similar à busca em largura. Considera apenas as **w melhores opções** em um nível antes de prosseguir. Útil em problemas onde a quantidade de nós aumenta muito próximo às folhas.

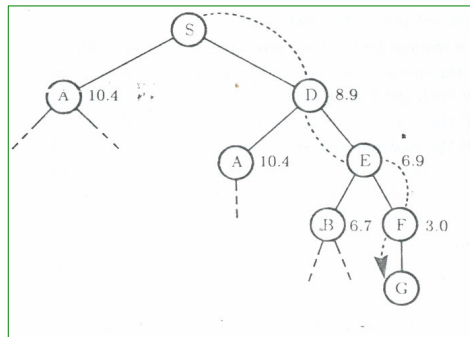
Ex: $w=2$



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Algum Caminho: **Best First**

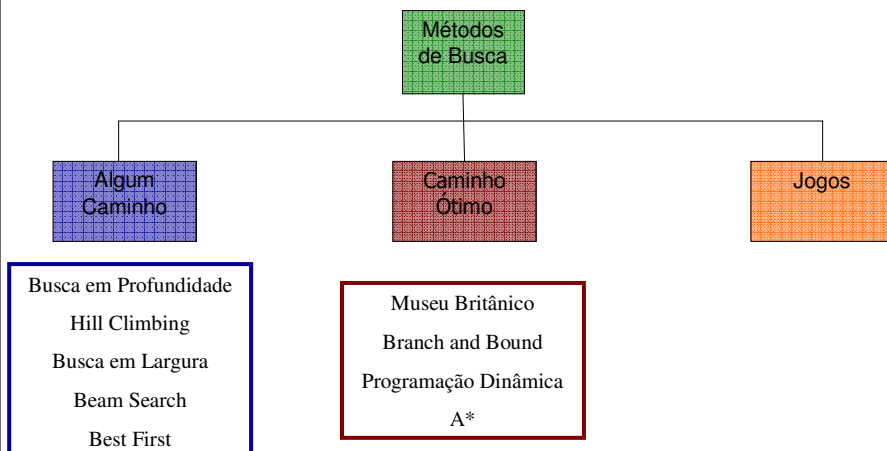
- Considera o melhor nó da árvore ainda não percorrido, independente da posição em que se encontra.



Similar ao hill climbing. Diferença é que o próximo nó a ser percorrido não precisa ser filho do nó corrente.

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

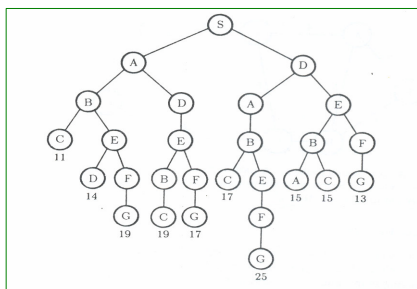
Métodos de Busca – Uma Taxonomia



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Melhor Caminho: Museu Britânico

- Procedimento: encontra-se todos os caminhos e seleciona-se o melhor.
- Busca por todos os caminhos: em largura ou em profundidade, sem interromper quando objetivo é encontrado.

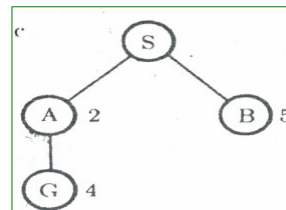
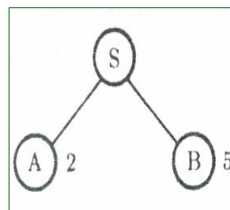
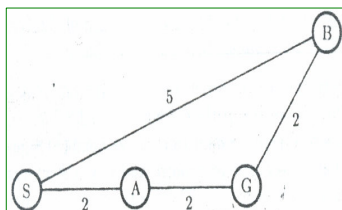


Contra-indicado para problemas em que o espaço de busca é muito grande.

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Melhor Caminho: Branch and Bound

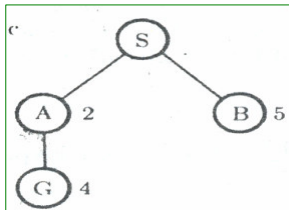
- O nó a ser expandido é aquele no final do menor caminho, com menor distância acumulada, que ainda não tenha alcançado o objetivo.
- A expansão continua até que exista um caminho até o objetivo cujo comprimento seja menor ou igual ao de todos os caminhos incompletos.



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Melhor Caminho: Branch and Bound

- O nó a ser expandido é aquele no **final do menor caminho**, com **menor distância acumulada**, que ainda não tenha alcançado o objetivo.
- A expansão continua até que exista um caminho até o objetivo cujo comprimento seja menor ou igual ao de todos os caminhos incompletos.

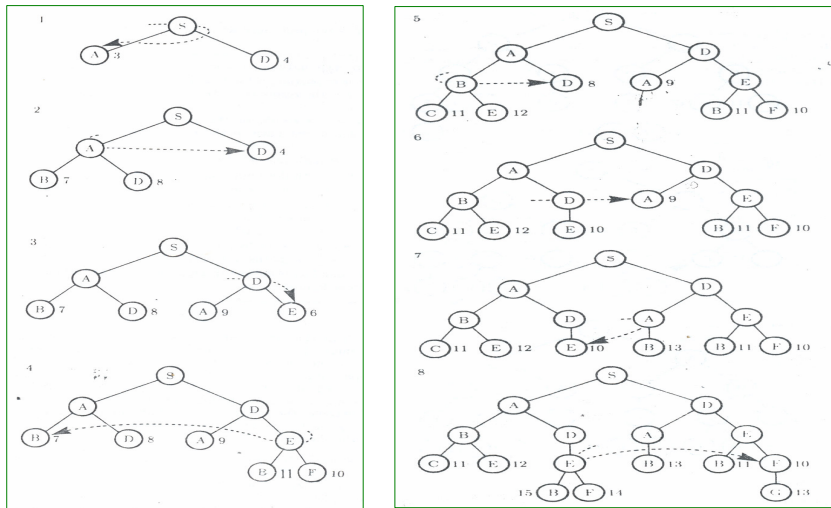


Uma vez que sempre o menor caminho é selecionado para expansão, o caminho que primeiro alcança o objetivo é ótimo.

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Melhor Caminho: Branch and Bound

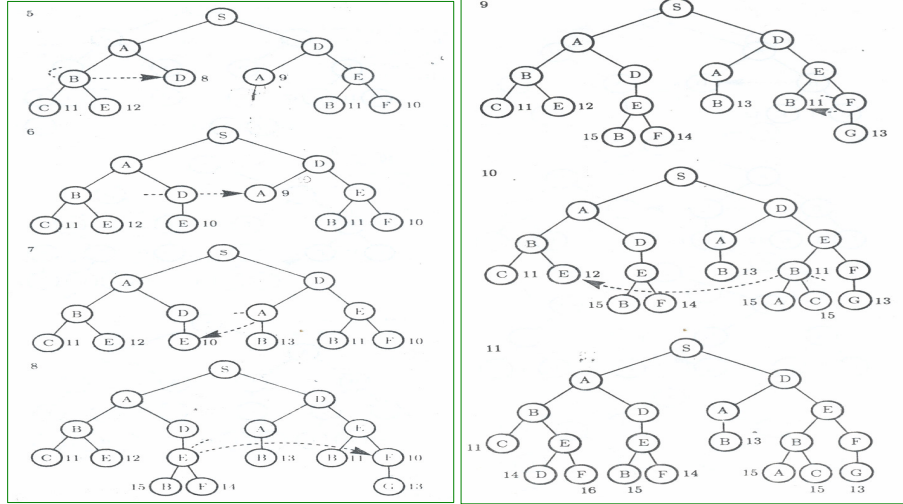
Ex:



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Melhor Caminho: Branch and Bound

Ex:

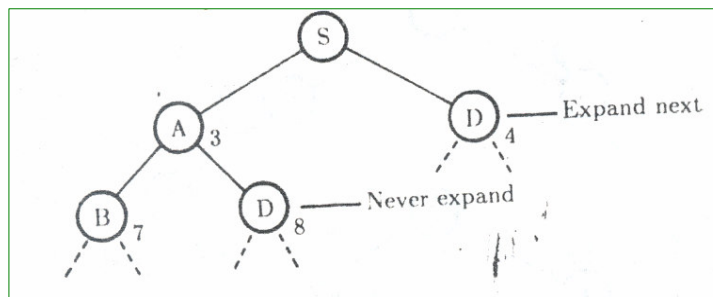


REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Melhor Caminho: Programação Dinâmica

- O nó a ser expandido é aquele com menor distância acumulada em relação ao objetivo, descartando nós similares a ele que apresentem maior distância acumulada.

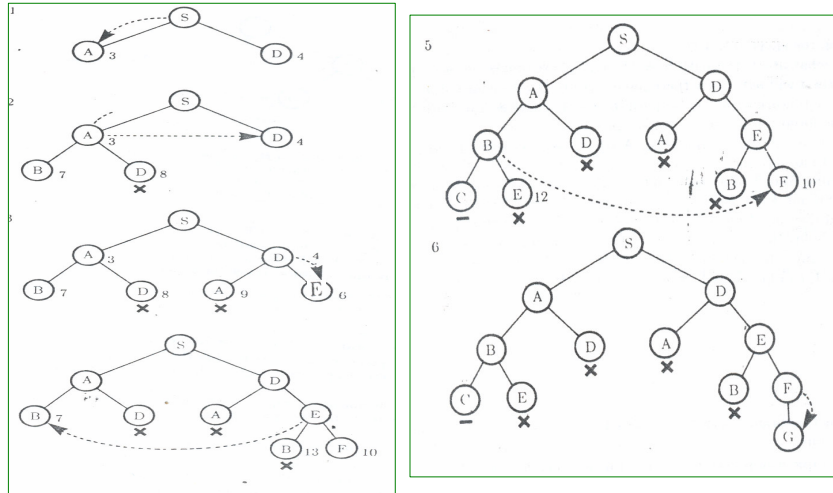
Ex:



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Melhor Caminho: Programação Dinâmica

Ex:



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Melhor Caminho: A*

- Combina os métodos **Branch-and-Bound** e **Programação Dinâmica**.
- Além da distância acumulada, incorpora um limite inferior (**pessimista**) para a estimativa da distância remanescente.

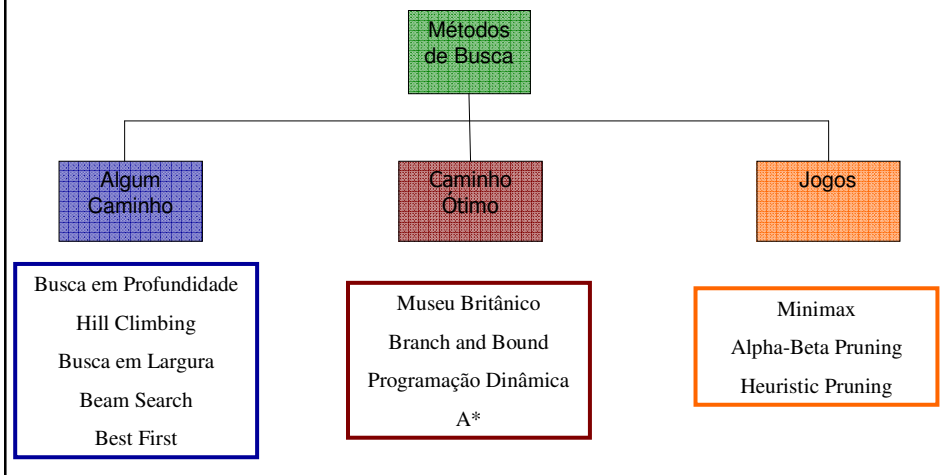
$$u(\text{comprimento total}) = d(\text{caminho percorrido}) + u(\text{distância remanescente})$$

$$e(\text{comprimento total}) = d(\text{caminho percorrido}) + e(\text{distância remanescente})$$

$$l(\text{comprimento total}) = d(\text{caminho percorrido}) + l(\text{distância remanescente})$$

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

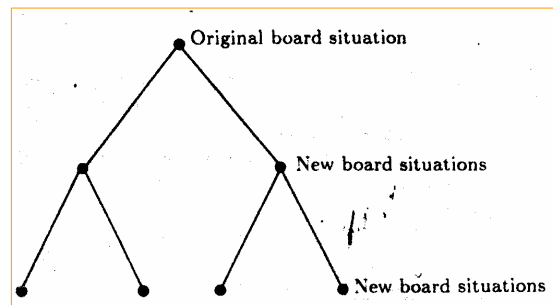
Métodos de Busca – Uma Taxonomia



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Jogos: Representação

- Em jogos, o espaço de soluções deve representar a competição.
- Os nós representam a situação do jogo.
- As arestas representam transições de uma situação para outra.

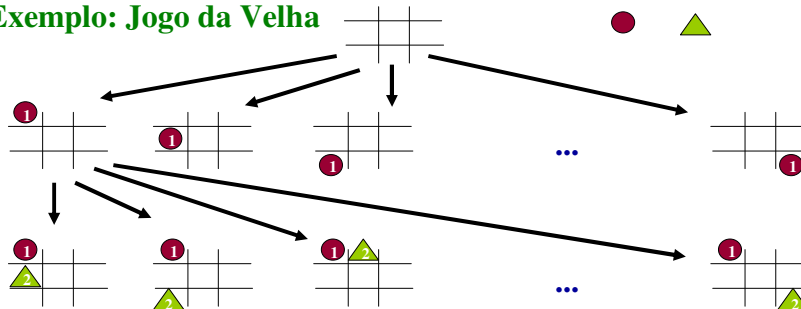


REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Jogos: Representação

- Em jogos, o espaço de soluções deve representar a competição.
- Os nós representam a situação do jogo.
- As arestas representam transições de uma situação para outra.

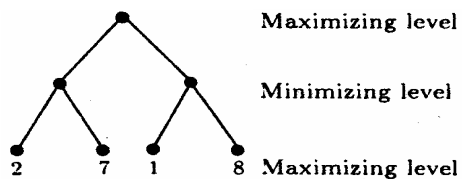
Exemplo: Jogo da Velha



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Jogos: Minimax

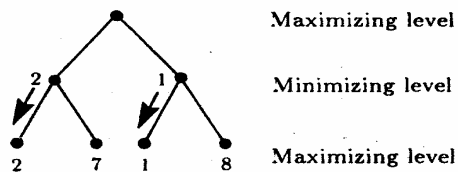
- É um método para determinar movimentos.
- Avalia as situações de jogo em um determinado número de jogadas à frente, atribuindo a cada situação uma pontuação.
- Meta: Minimizar os efeitos da jogada do adversário e maximizar o efeito da própria jogada.



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Jogos: Minimax

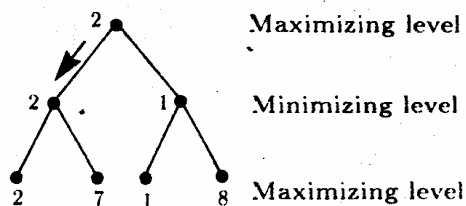
- É um método para determinar movimentos.
- Avalia as situações de jogo em um determinado número de jogadas à frente, atribuindo a cada situação uma pontuação.
- Meta: Minimizar os efeitos da jogada do adversário e maximizar o efeito da própria jogada.



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Jogos: Minimax

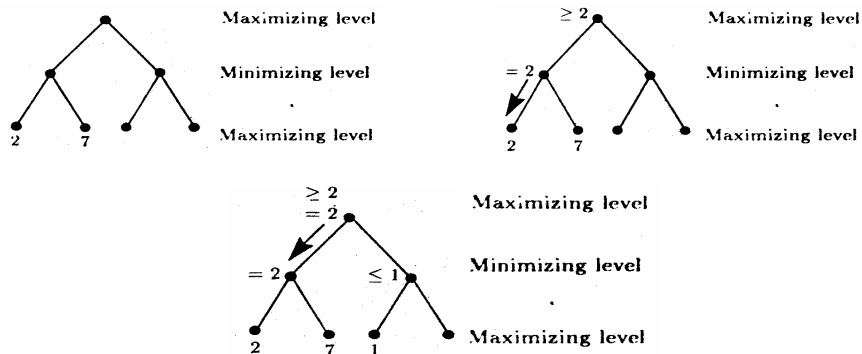
- É um método para determinar movimentos.
- Avalia as situações de jogo em um determinado número de jogadas à frente, atribuindo a cada situação uma pontuação.
- Meta: Minimizar os efeitos da jogada do adversário e maximizar o efeito da própria jogada.



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Jogos: Alpha-Beta

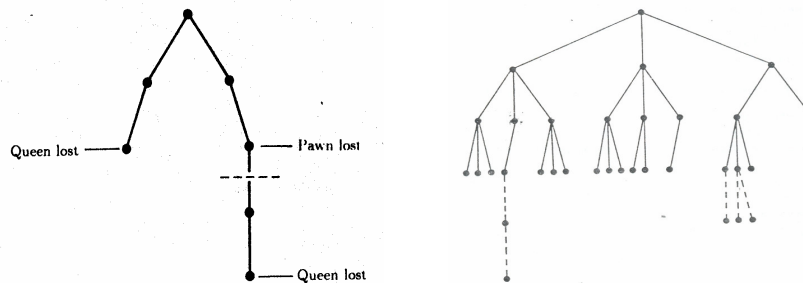
- Análogo ao Minimax.
- Reduz o número de ramificações a serem criadas.



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Métodos de Busca – Jogos: Heuristic Pruning

- Utilizada com o propósito de evitar o crescimento exponencial da árvore de estados. Elimina jogadas baseada em conhecimentos prévios.



REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

O que são Ontologias ?

Uma Ontologia é um corpo de conhecimento que contém informações a cerca de itens e sobre como estes itens se relacionam entre si.

Exemplos de Linguagens para Definição de Ontologias:

- OIL
- RDF
- Entre outras...

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Comparação entre Programas de IA e Programas Convencionais

Programas com IA

- Processamento simbólico
- Soluções heurísticas (passos da solução estão implícitos)
- Estrutura de controle do programa independente do domínio do conhecimento
- Alteração do conhecimento em geral não requer alterações no programa
- Fácil de modificar e atualizar.
- Respostas satisfatórias são aceitas.

Programas Convencionais

- Processamento numérico
- Soluções algorítmicas (passos da solução estão explícitos)
- Estrutura de controle e informações (muitas vezes) integrados
- Alteração do conhecimento muitas vezes requer alterações no programa
- Modificações são, em geral, trabalhosas.
- Em geral, busca-se a melhor resposta.

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Exercícios Práticos

Jarros D'Água

Um jarro A tem capacidade para 4 litros e um jarro B tem capacidade para 3 litros. Queremos colocar dois litros no jarro A, tendo as seguintes operações disponíveis: encher totalmente um jarro; esvaziar totalmente um jarro; e, passar o conteúdo de um jarro para o outro.

Os dados de cada estado podem ser a quantidade de água de cada jarro.

Ex: (2,3) indica 2 litros no jarro A e 3 no jarro B.

Cada aresta pode ser uma das seguintes operações:

R1 – encher o jarro A

R2 – encher o jarro B

R3 – esvaziar o jarro A

R4 – esvaziar o jarro B

R5 – passar a água do jarro A para o jarro B

R6 – passar a água do jarro B para o jarro A

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Exercícios Práticos

Missionários e Canibais

Considere o problema dos missionários e dos canibais: Três missionários e três canibais chegam à margem de um rio e desejam atravessá-lo. Há um bote encostado na margem, que pode ser utilizado por, no máximo, duas pessoas. Como eles devem usar esse bote de forma que o número de canibais nunca ultrapasse o número de missionários em cada margem do rio? Utilizando o grafo de estados que represente o espaço de soluções possíveis para este problema, indique uma destas soluções. Sugestão: Utilize a tripla (a,b,c) em que a indica o número de canibais, b indica o número de missionários e c indica a margem em que o bote está aportado. Considere como exemplo o estado inicial: (3,3,E): Os três missionários e os três canibais estão na margem esquerda do rio.

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Exercício de Pesquisa

Pesquise sobre a Linguagem OIL

Indique sua estrutura básica, sintaxe e forneça exemplos de aplicações que ilustrem o potencial da linguagem.

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Linguagem PROLOG – PROgramação em LÓGica

Baseia-se no Cálculo de Predicados – Lógica Matemática

Todo programa PROLOG possui:

- Fatos
- Conhecimentos

Exemplo: Todo amigo de Paulo é amigo de Pedro

Fato pré-existente:

amigo(antonio, pedro)

Conhecimento:

amigo(X, pedro):- amigo(X, paulo)

Fato novo (inferido a partir do processamento do conhecimento):

amigo(antonio, paulo)

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Exercícios Práticos

PROLOG

Elabore um programa em PROLOG que a partir do predicado básico pai(X,Y) deduza a árvore genealógica de uma família. Utilize seus conhecimentos para expressar os demais predicados: filho(X,Y), irmaos(X,Y), tio(X,Y), sobrinho(X,Y), avo(X,Y), ancestral(X,Y), etc...

Utilize o Arity Prolog neste exercício. Ele pode ser obtido gratuitamente de www.arity.com. Utilize como apoio o manual do Arity Prolog disponibilizado pelo professor.

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Exercícios Práticos

PROLOG

Crie um programa em Prolog que identifique se um animal é mamífero, ave, réptil ou peixe. Sugestão: utilize os seguintes predicados: poe_ovos(X), mama(X), voa(X), nada(X), tem_escamas(X), tem_penas(X), tem_pelos(X). O programa deverá funcionar nos seguintes animais: baleia, tubarão, papagaio, cachorro, homem, jacaré, cobra, lagarto, robalo e morcego.

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Exercícios Práticos

PROLOG

Crie um programa em Prolog que identifique, a partir de sintomas, as prováveis doenças apresentadas por cada paciente. O programa deverá funcionar para diagnóstico das seguintes doenças: sarampo, catapora, caxumba, rubéola, dengue e coqueluche. Crie os predicados que achar convenientes. Por exemplo: `febre(X)`, `manchas_corpo(X)`, `coceira_corpo(X)`, etc...

REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Exercícios Práticos

PROLOG

Suponha que a financeira XYZ contratou você para desenvolver um programa em Prolog que defina, a partir de informações cadastrais dos clientes, aqueles que deverão e aqueles que não deverão receber crédito desta financeira. Considere aspectos relevantes como rendas, despesas, tipo de residência do cliente, dentre outros, para formular a análise dos clientes da financeira.