

DCA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE
COMPUTAÇÃO E AUTOMAÇÃO
INDUSTRIAL



FACULDADE DE ENGENHARIA
ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO



UNICAMP

Representação do Conhecimento e Solução de Problemas



www.lbic.fee.unicamp.br

Prof. Fernando José Von Zuben
Tópico 7 – EA072 – Inteligência Artificial em
Aplicações Industriais

Sumário

- **Conhecimento e formas de representação**
- **Grau de conhecimento e dificuldade do problema**
- **Representações utilizadas em inteligência artificial**
- **Modelagem empregando teoria de redes**
- **Abordagens bottom-up e top-down**

Conhecimento e formas de representação

- **O conhecimento pode ser definido como a informação armazenada ou os modelos usados por uma pessoa ou máquina para interpretar, identificar, predizer e responder apropriadamente ao mundo externo.**

Artero, A.O. "Inteligência Artificial Teórica e Prática", Livraria da Física Editora, 2009.

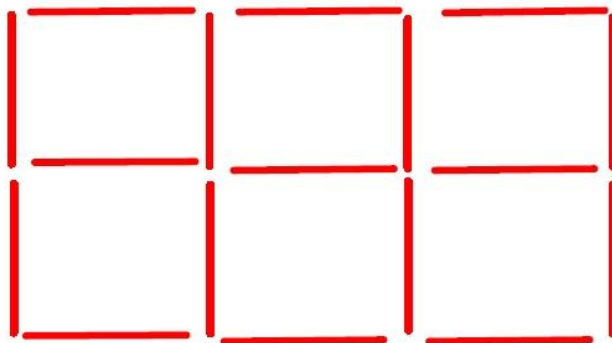
Conhecimento e formas de representação

- Para que o conhecimento possa ser armazenado, recuperado, atualizado, complementado, vinculado a outros conhecimentos e empregado em processos de inferência, é necessário empregar representações adequadas a estes propósitos e também ao tipo de processamento adotado pelo agente inteligente.
- Cabe evidenciar que cada agente (incluindo seres humanos), diante da mesma realidade, percebem eventos diferentes. E mesmo que percebam o mesmo evento, interpretam e classificam a experiência de modo distinto.

Conhecimento e formas de representação

- Um sistema de inteligência artificial necessita, portanto, representar as informações coletadas do mundo exterior em uma forma conveniente para o computador digital e de tal modo a viabilizar o desenvolvimento de estratégias de tomada de decisão e de solução de problemas.
- Um exemplo clássico de como a definição de uma representação adequada leva a novas perspectivas de solução de problemas está na adoção dos algarismos arábicos em lugar dos algarismos romanos, o que facilita em muito o desenvolvimento de representações complexas na álgebra.

Grau de conhecimento e dificuldade do problema



Problema: Retire 5 palitos da configuração acima de forma a produzir 3 quadrados.

Dimensão do espaço de busca: $C_{17,5} = \frac{17!}{5!(17-5)!} = 6188$

Conhecimento adicional: São 17 palitos ao todo e se forem removidos 5 sobram 12 palitos. Com 12 palitos é possível formar 3 quadrados se e somente se eles não tiverem palitos em comum.

Dimensão do espaço de busca: 2

Representação extensiva do espaço de busca: criptograma

Mostre que a única solução possível para:

$$\begin{array}{r}
 \text{S E N D} \\
 + \text{M O R E} \\
 \hline
 \text{M O N E Y}
 \end{array}$$

supondo que cada letra representa um algarismo distinto, é dada por:

$$\begin{array}{r}
 9 \ 5 \ 6 \ 7 \\
 + \ 1 \ 0 \ 8 \ 5 \\
 \hline
 1 \ 0 \ 6 \ 5 \ 2
 \end{array}$$

Representação extensiva do espaço de busca: criptograma

Sem recorrer a nenhum conhecimento sobre o problema, o espaço de busca tem dimensão:

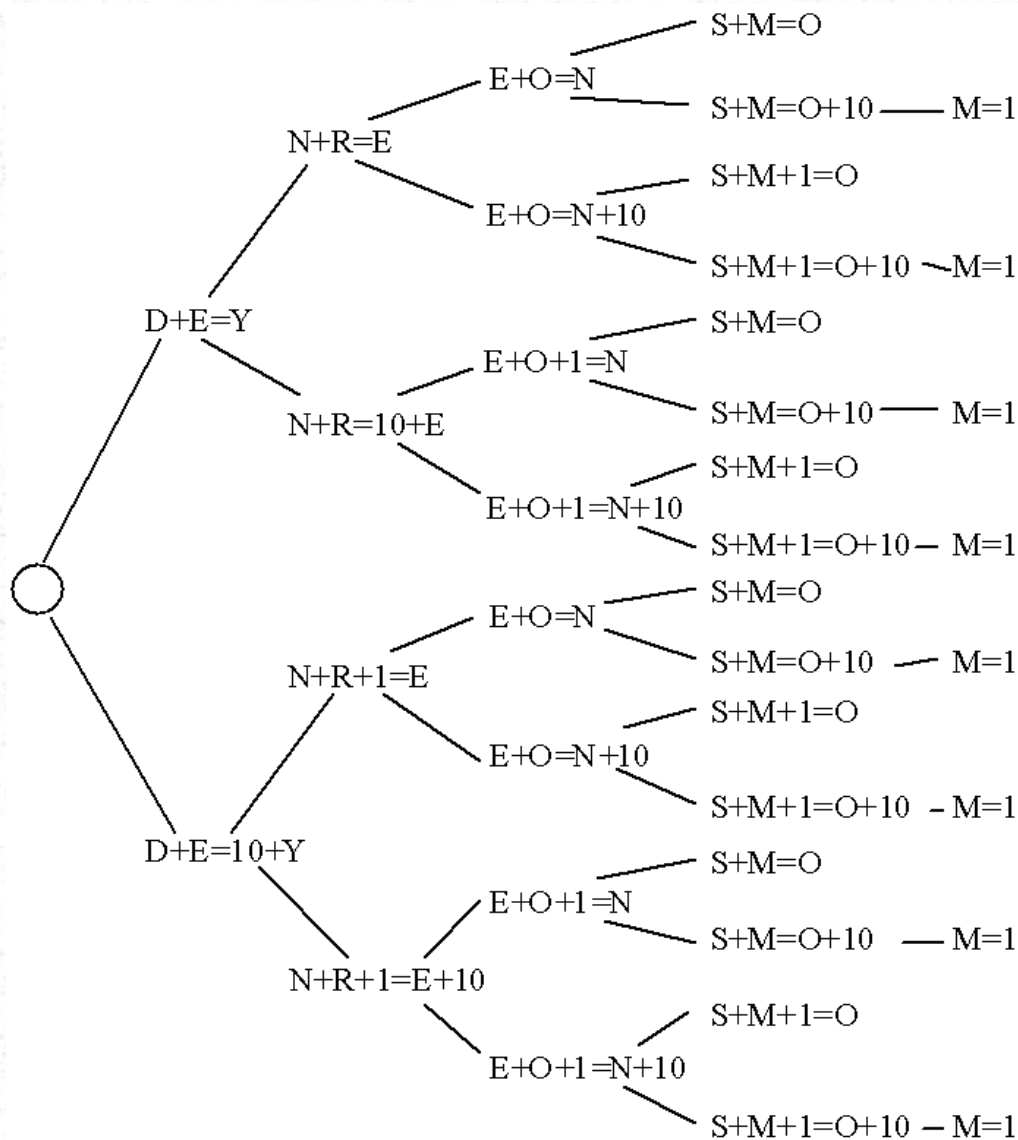
$10*9*8*7*6*5*4*3 = 1.814.400$ soluções candidatas

No entanto, explorando propriedades algébricas da soma, é possível reduzir enormemente o espaço de busca, permitindo uma busca exaustiva, conforme ilustrado a partir do próximo slide, sendo que as figuras foram extraídas de:

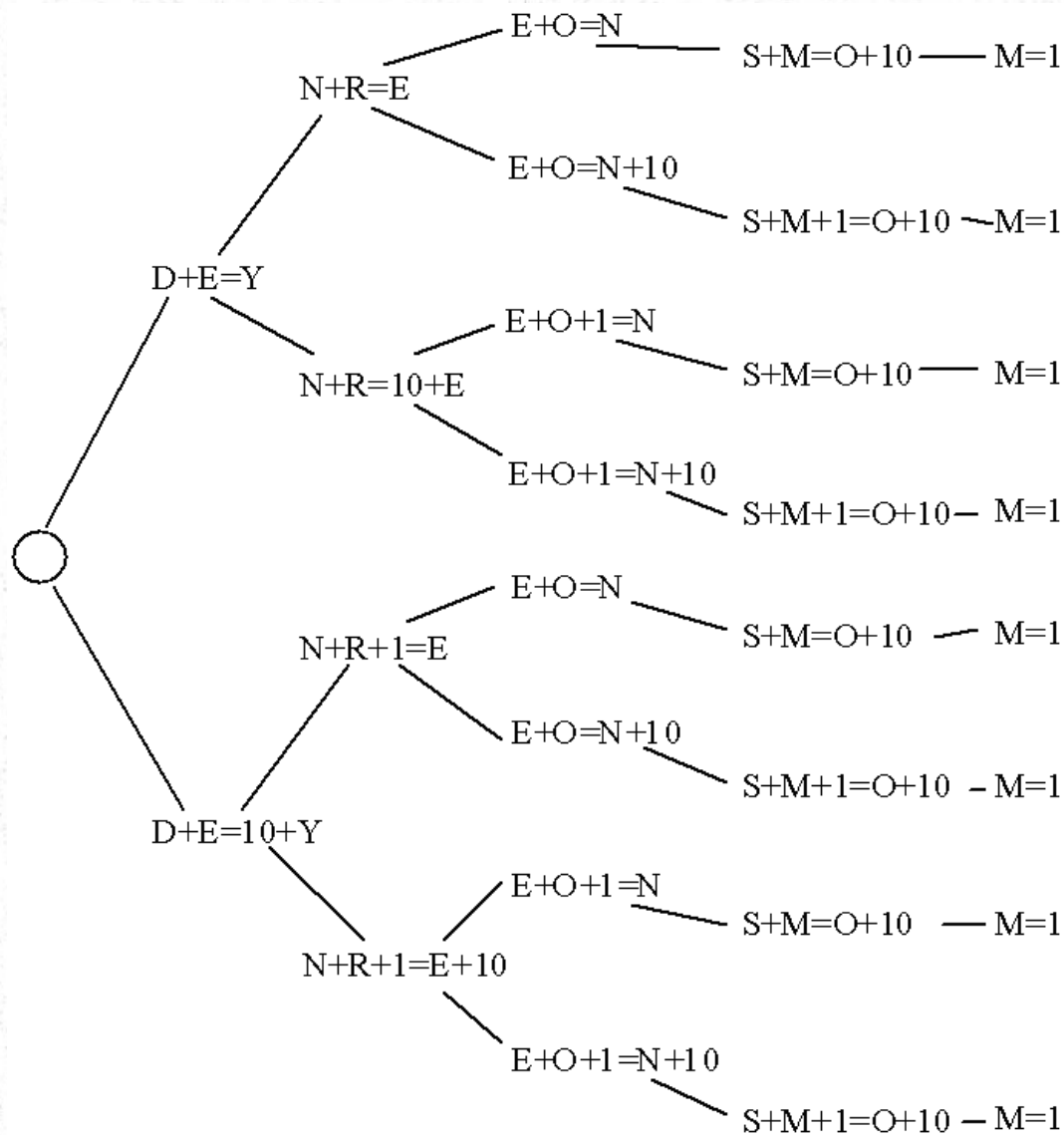
<http://mylinux.rmz.uni-lueneburg.de/ws1213/ki/6/propagation.htm>


$$\begin{array}{r} \text{S E N D} \\ + \text{M O R E} \\ \hline \text{M O N E Y} \end{array}$$

Representação extensiva do espaço de busca: criptograma

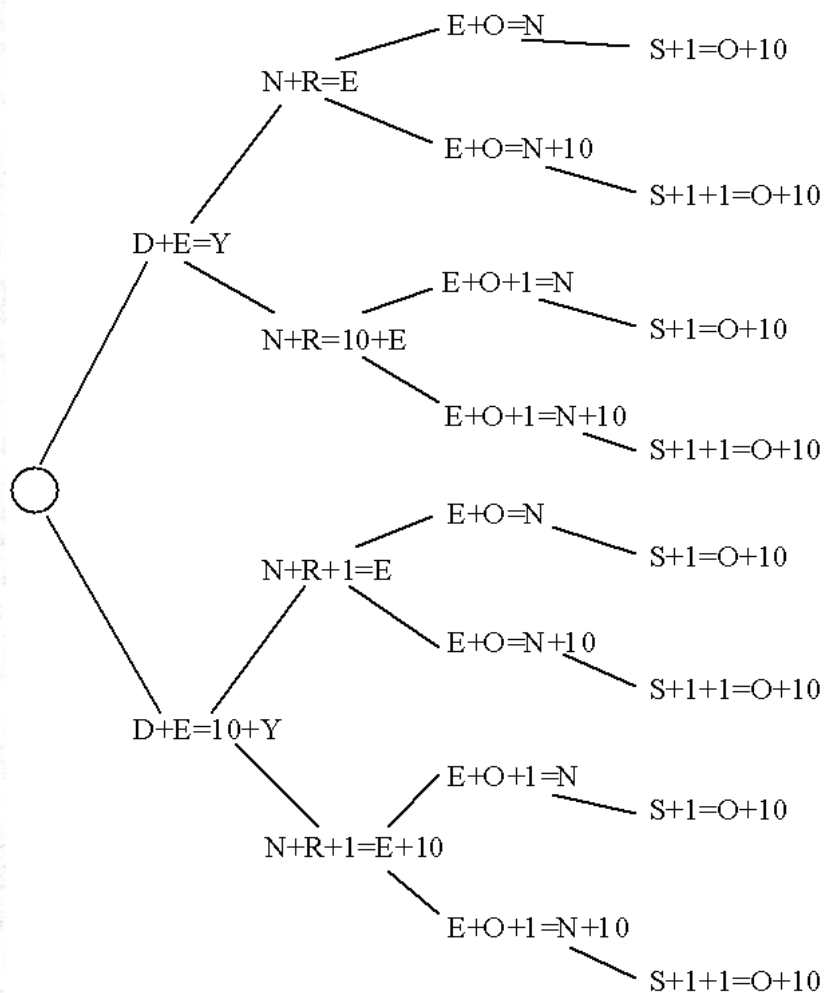


Representação extensiva do espaço de busca: criptograma



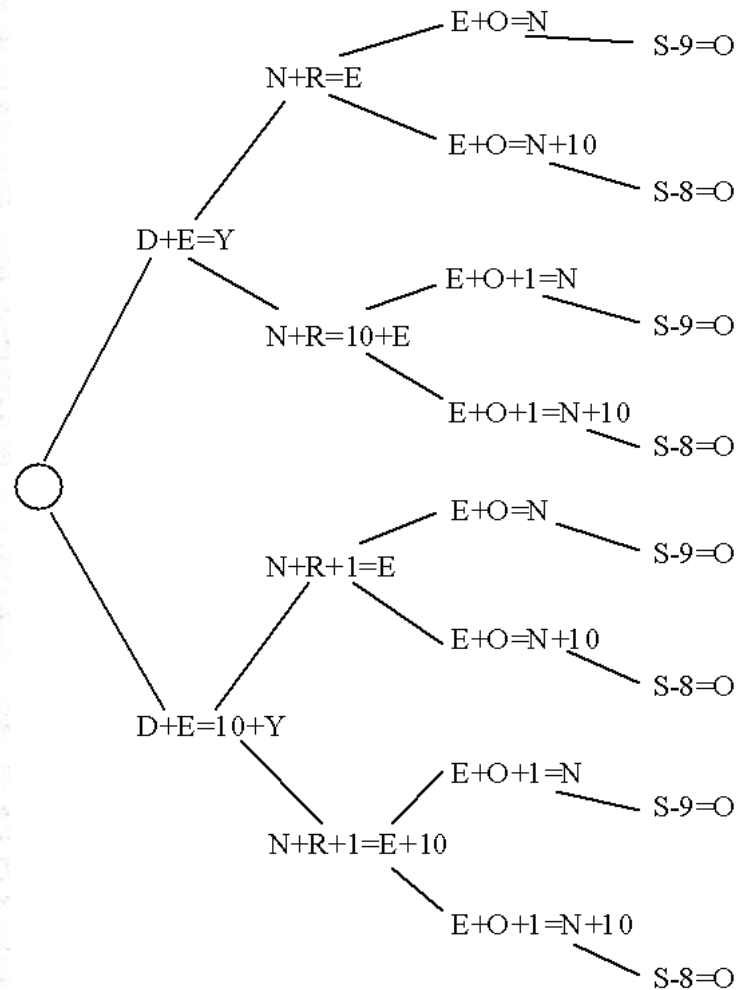
Representação extensiva do espaço de busca: criptograma

M=1

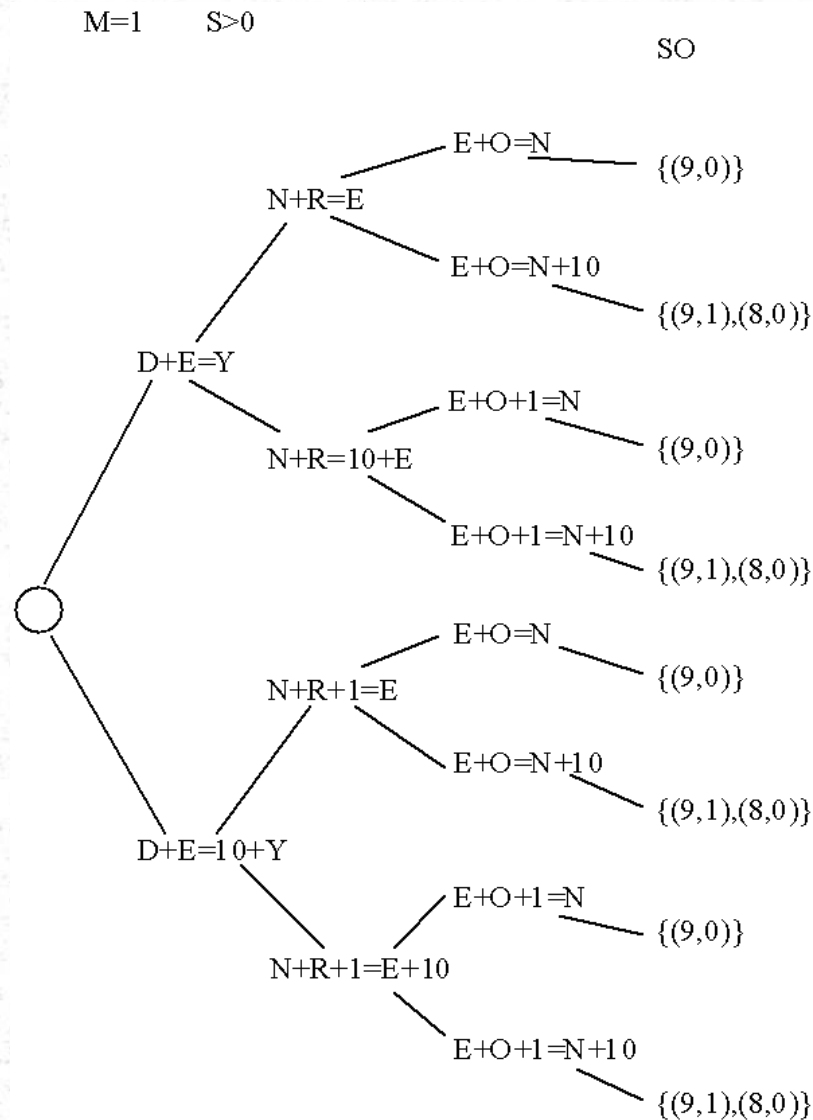


Representação extensiva do espaço de busca: criptograma

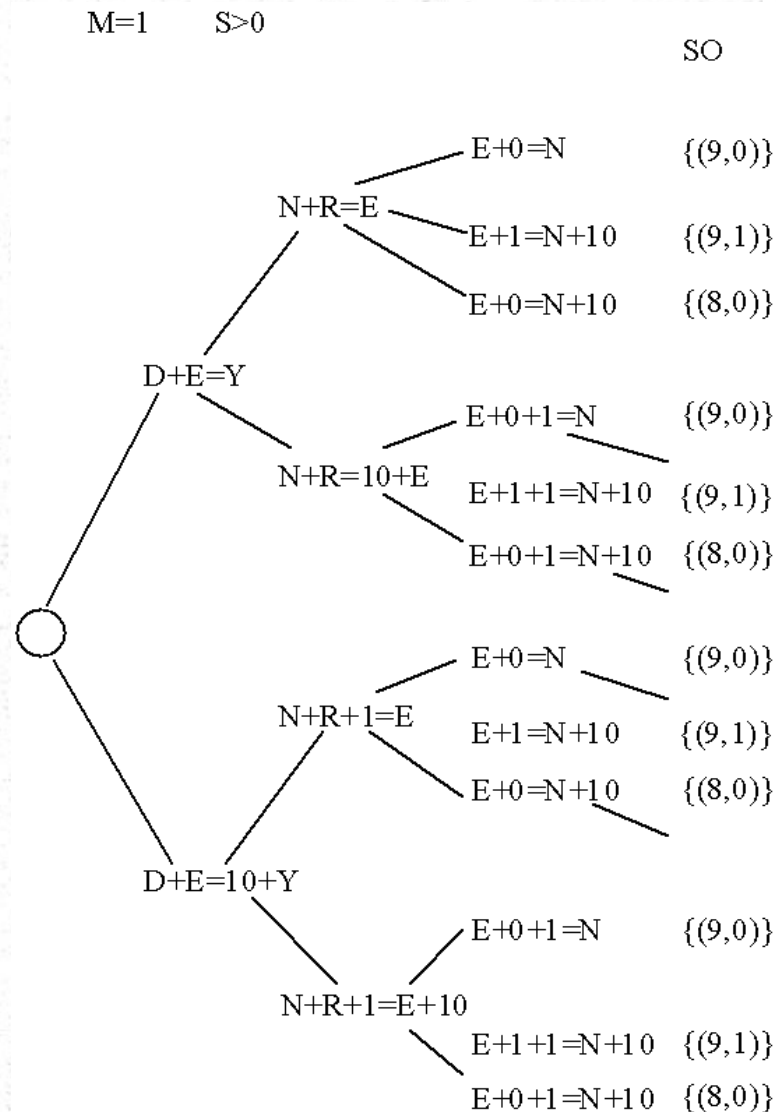
$M=1$



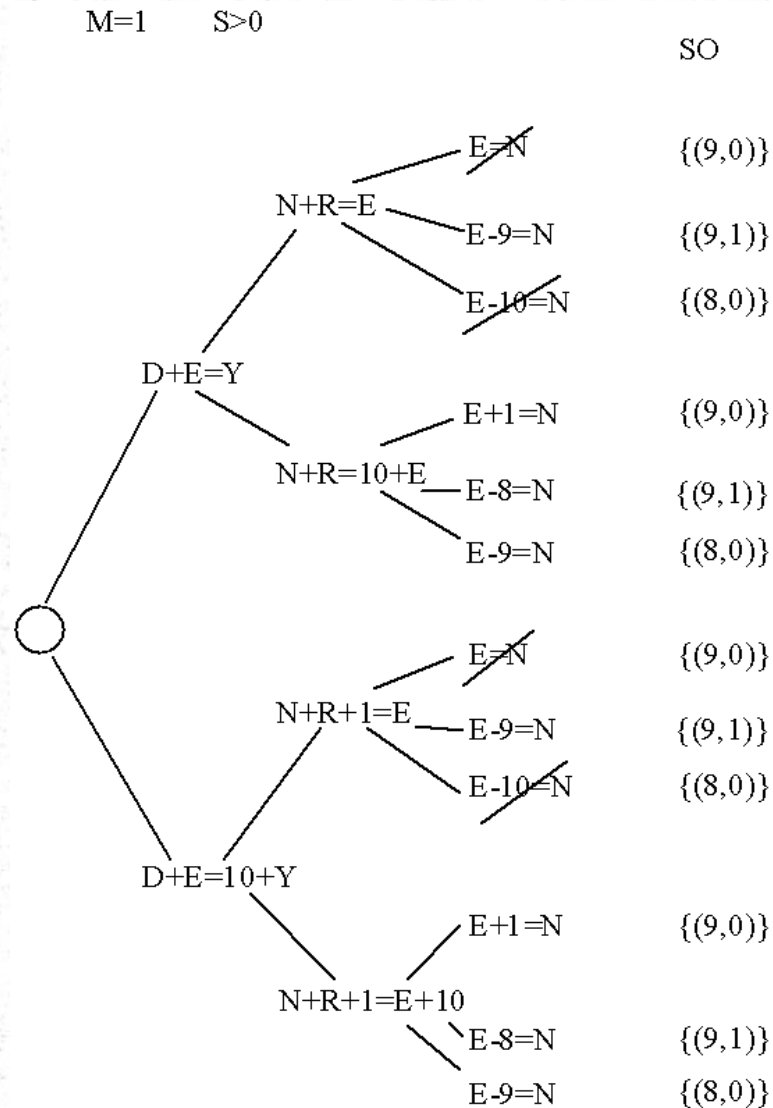
Representação extensiva do espaço de busca: criptograma



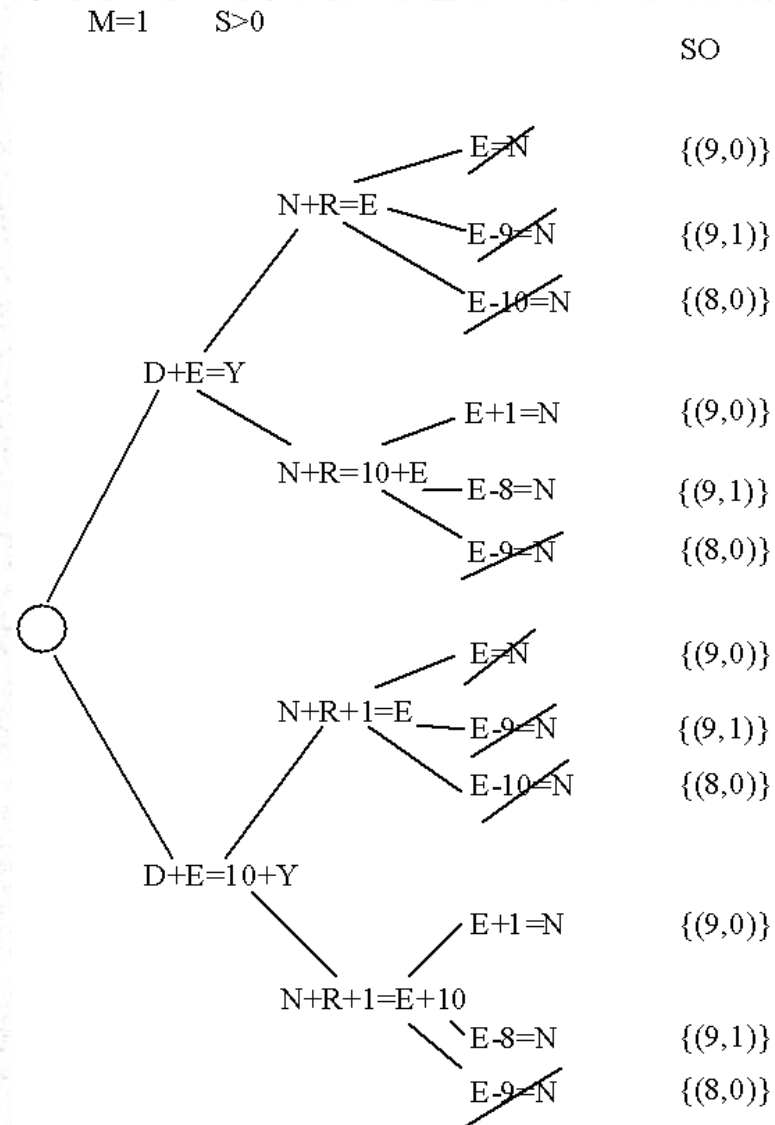
Representação extensiva do espaço de busca: criptograma



Representação extensiva do espaço de busca: criptograma



Representação extensiva do espaço de busca: criptograma

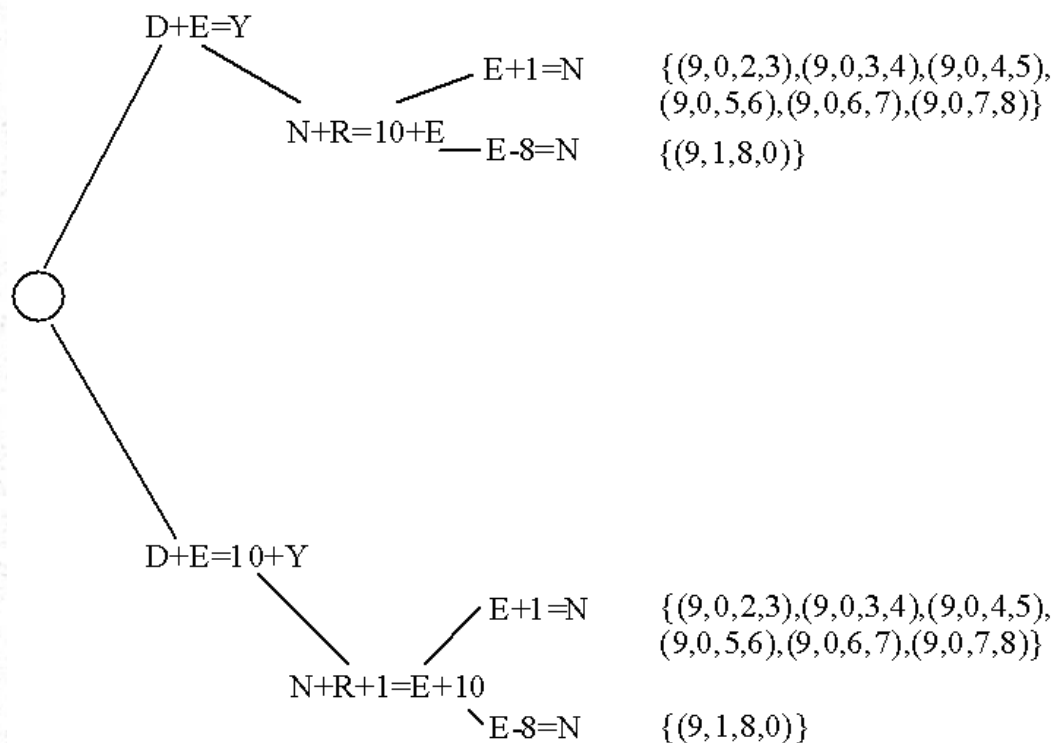


Representação extensiva do espaço de busca: criptograma

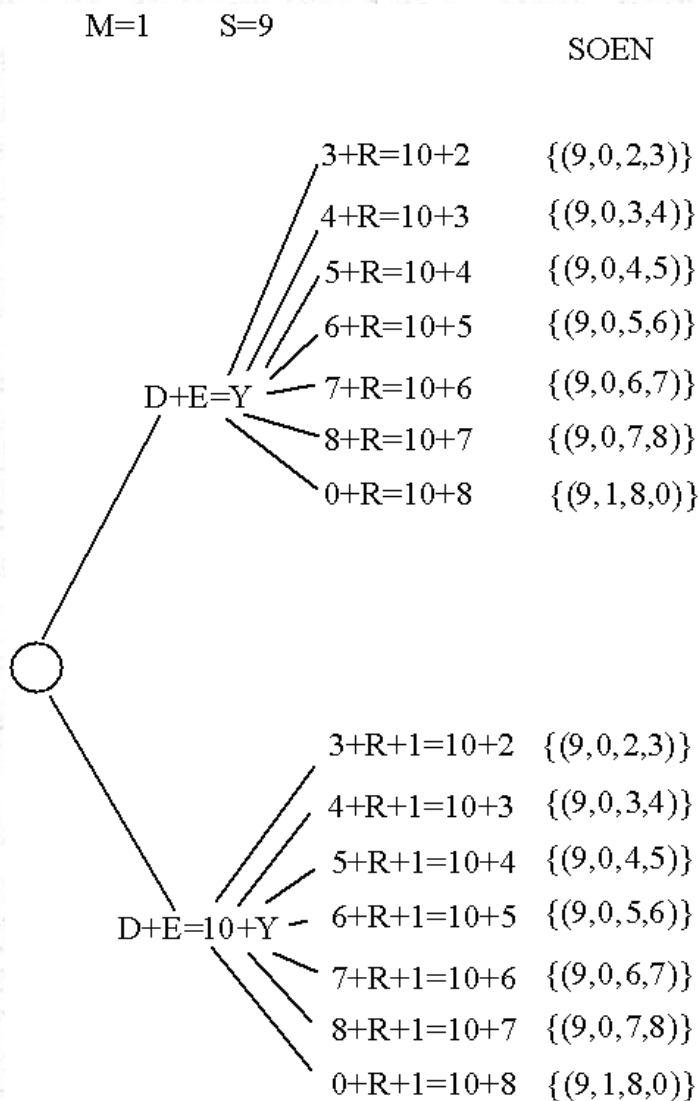
M=1

S=9

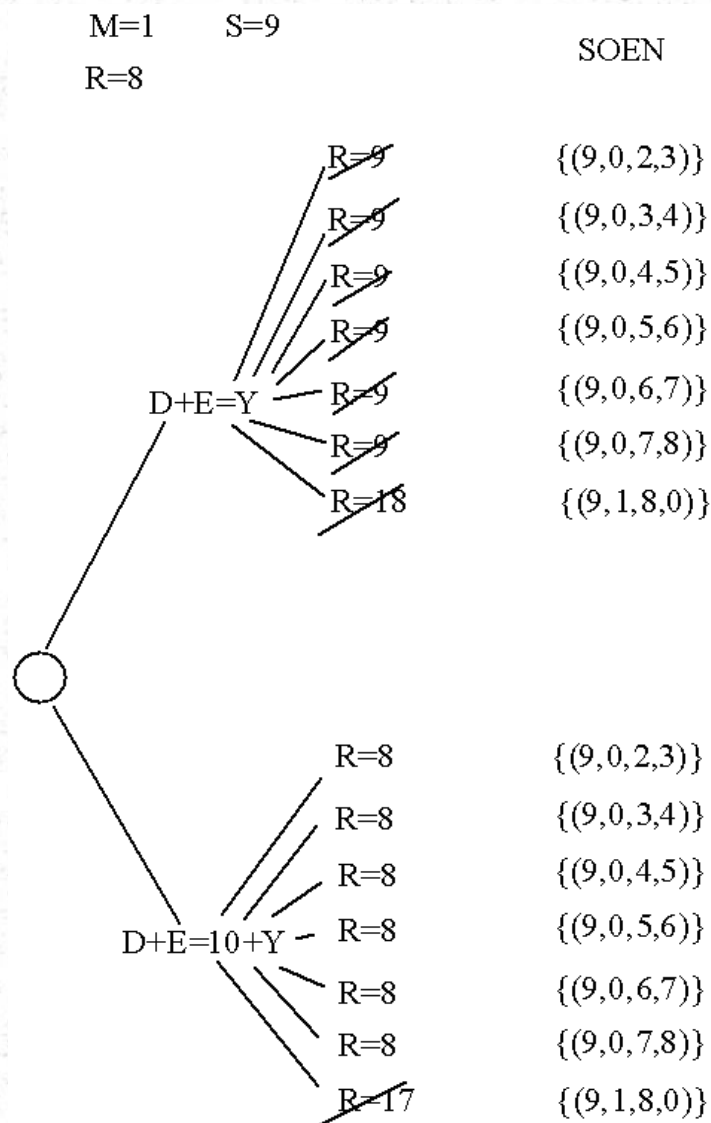
SOEN



Representação extensiva do espaço de busca: criptograma



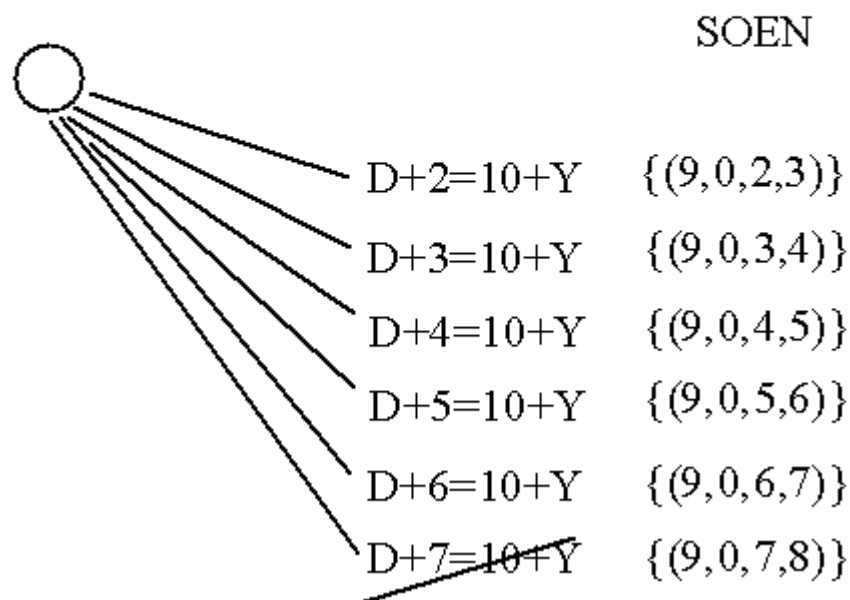
Representação extensiva do espaço de busca: criptograma



Representação extensiva do espaço de busca: criptograma

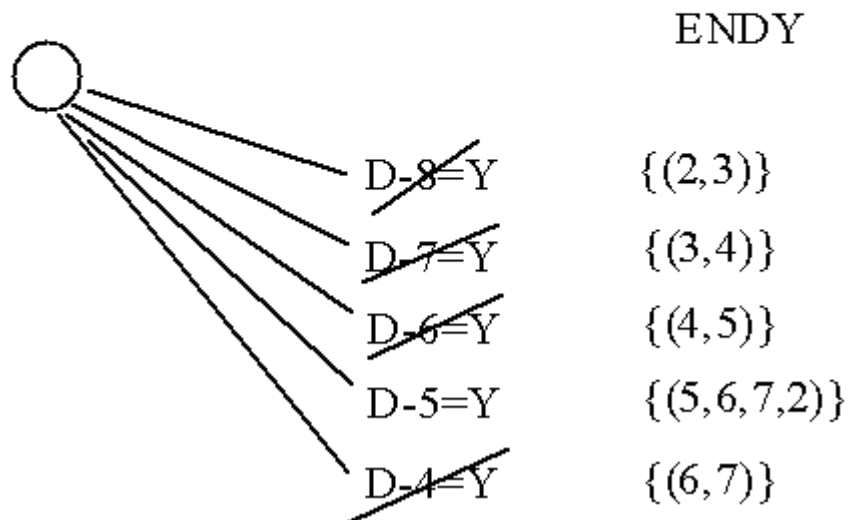
M=1 S=9

R=8



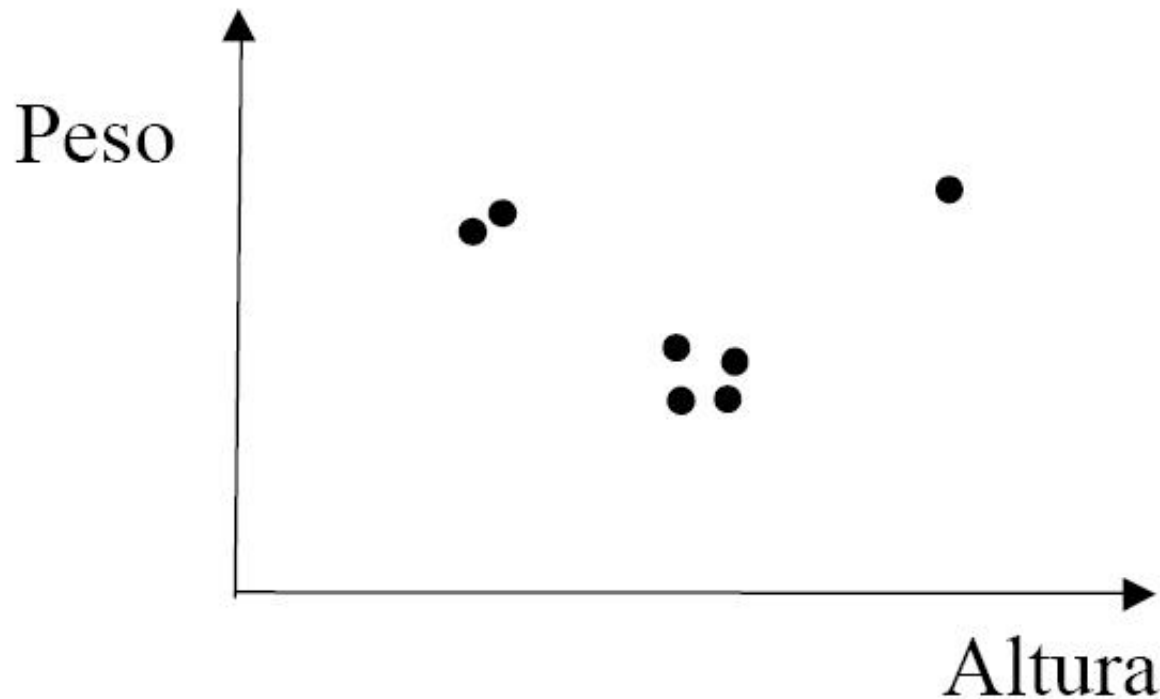
Representação extensiva do espaço de busca: criptograma

M=1 S=9
 R=8 O=0



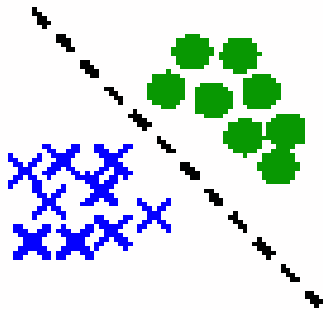
Representações utilizadas em inteligência artificial

- Espaço de atributos (*feature space*): associa cada variável de um problema a um eixo de um espaço multidimensional

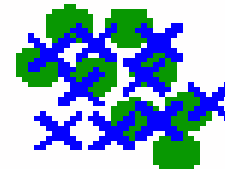


Feature selection & Variable selection

- Para tarefas de classificação



**Conjunto adequado
de atributos**



**Conjunto inadequado
de atributos**

Representações utilizadas em inteligência artificial

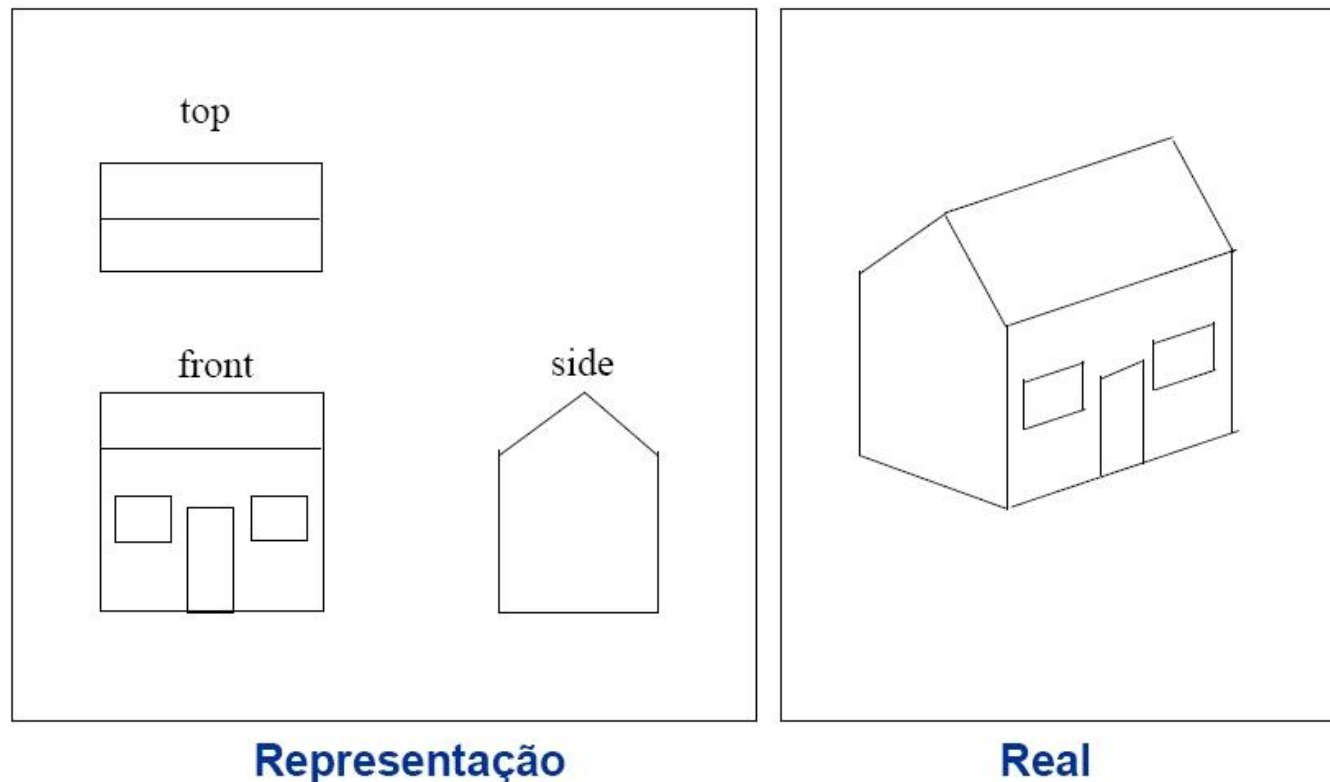
- **Vetor de atributos binários**
- **Vetor de atributos inteiros**
- **Vetor de atributos em ponto flutuante**
- **Vetor de atributos com representação mista**
- **Matriz de atributos**
- **Árvore, grafo, outras estruturas mais complexas.**

Representações utilizadas em inteligência artificial

- **A representação adotada influi diretamente na definição do espaço de busca.**
- **Sua adequação depende de diversos fatores, incluindo interpretabilidade, parcimônia e facilidade de manipulação.**

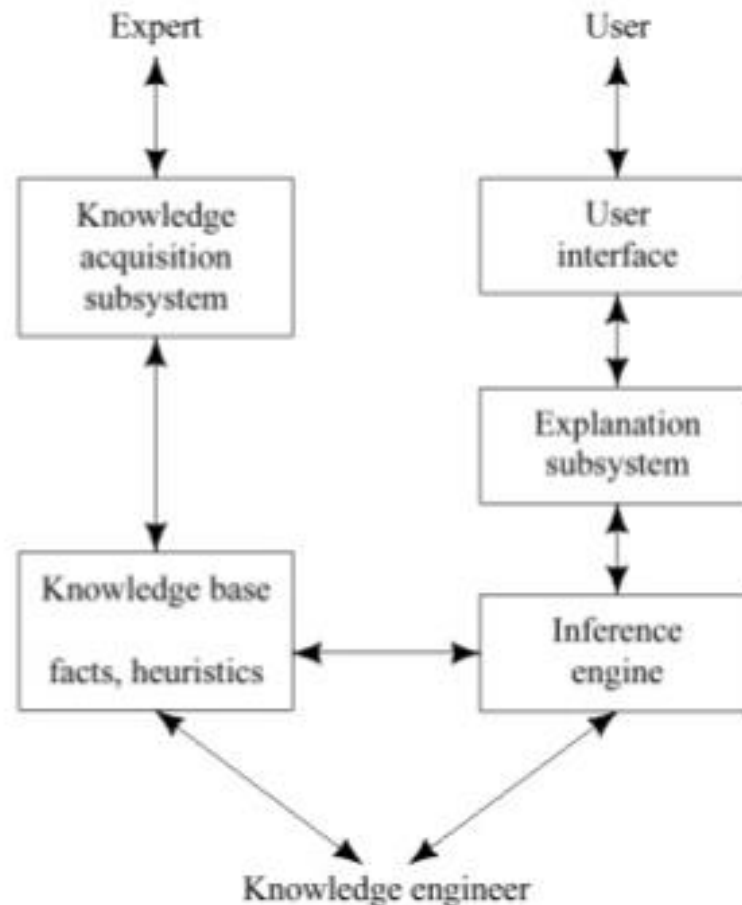
Representações utilizadas em inteligência artificial

- **Isomorfismos (ícones, analogias):** são representações que estabelecem relações estruturais diretas com certas propriedades do domínio.



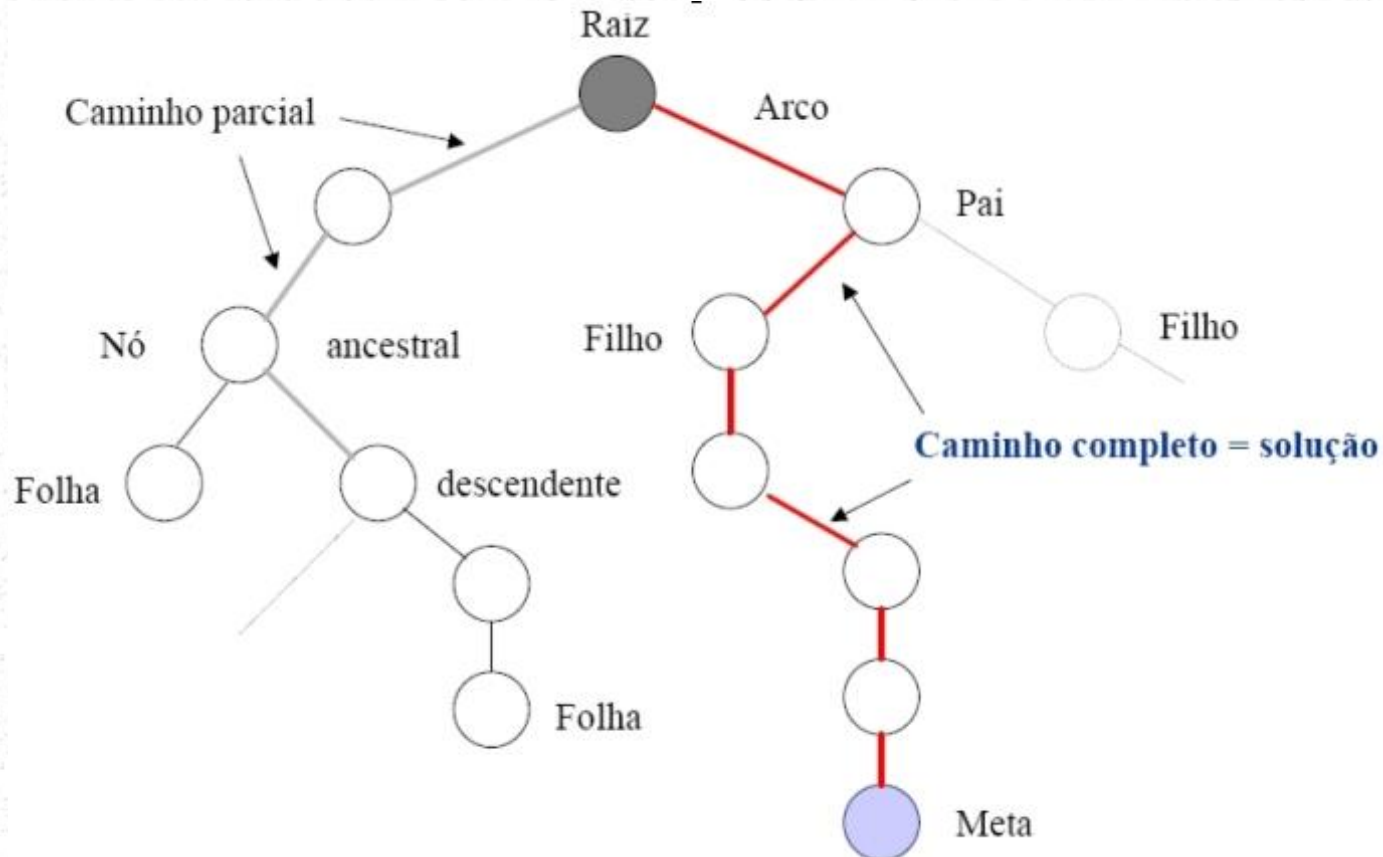
Representações utilizadas em inteligência artificial

- **Sistema baseado em regras: a base de conhecimento é formada por regras e proposições e o processo de inferência é dedutivo.**



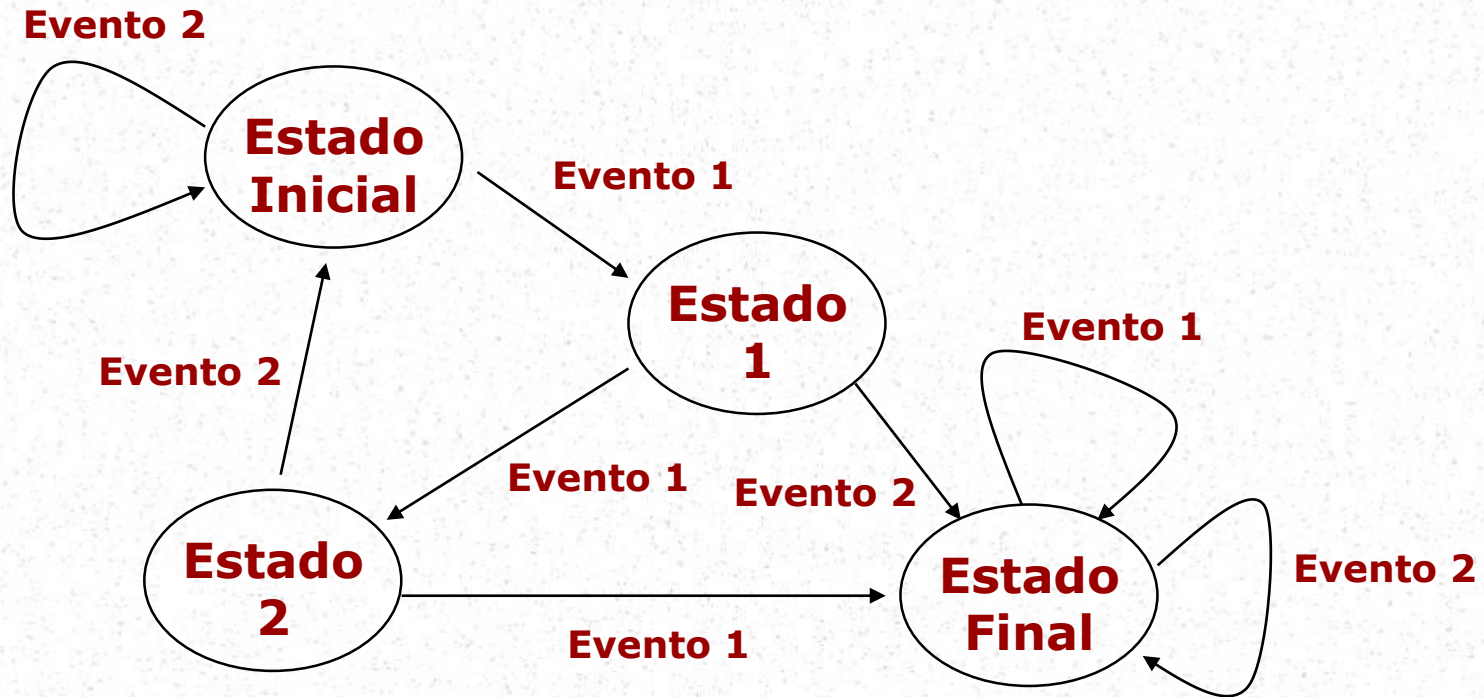
Representações utilizadas em inteligência artificial

- Árvore de busca:** cada nó representa um estado e é conectado a um ou mais estados sucessores. O estado inicial é a raiz e o objetivo é percorrer a árvore a partir da raiz, até encontrar um estado desejado (preferencialmente o estado menos afastado da raiz da árvore).



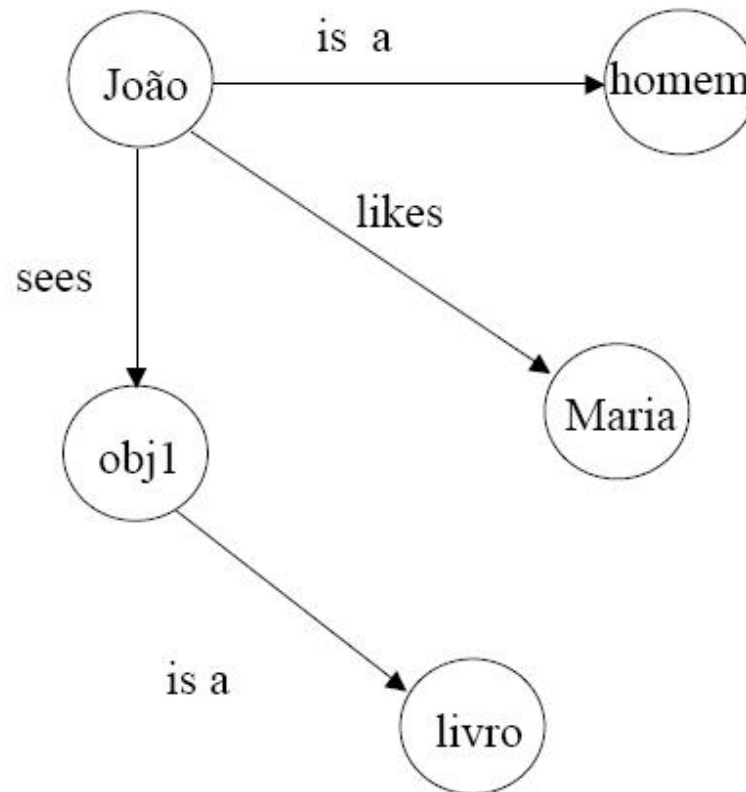
Representações utilizadas em inteligência artificial

- **Máquina de estados finitos:** é um grafo de transição de estados, em que a transição de qualquer estado para um próximo estado depende de eventos discretos e finitos.



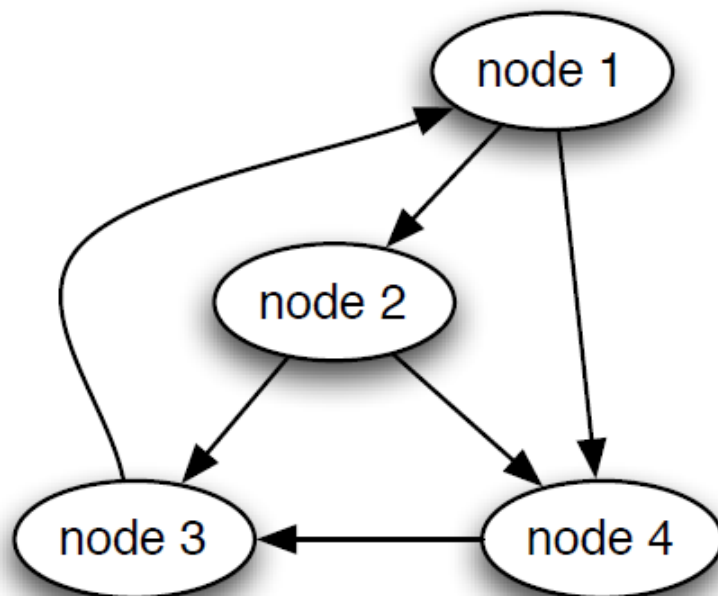
Representações utilizadas em inteligência artificial

- Rede semântica (grafo relacional): emprego de grafos para descrever relações entre objetos.



Modelagem empregando redes

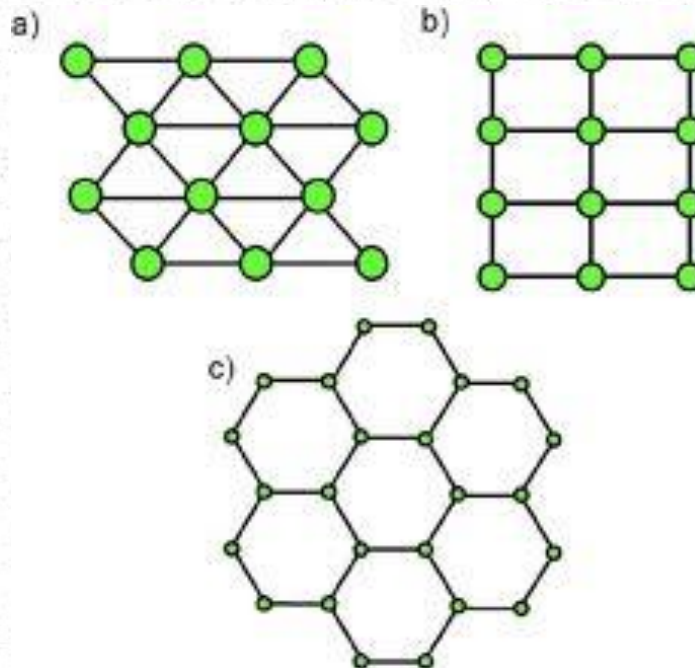
- **Representação computacional: grafo direcionado**



0	1	0	1
0	0	1	1
1	0	0	0
0	0	1	0

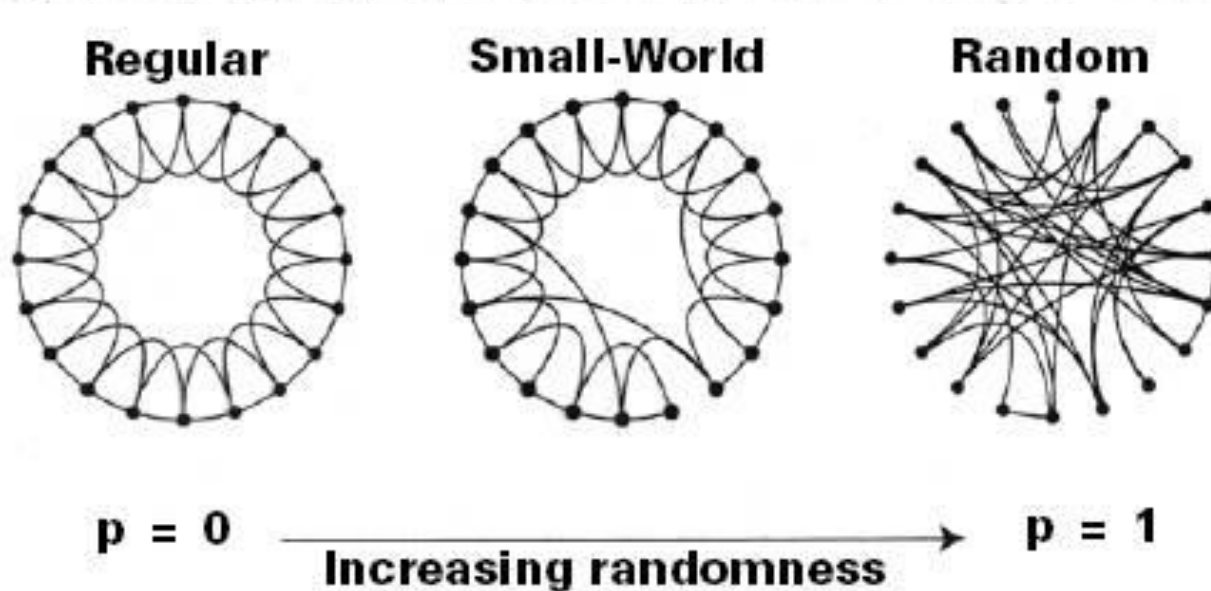
Modelagem empregando redes

- **Redes regulares.**
- **Redes mundo pequeno.**
- **Redes complexas.**



Modelagem empregando redes

- Redes regulares.
- **Redes mundo pequeno.**
- Redes complexas.

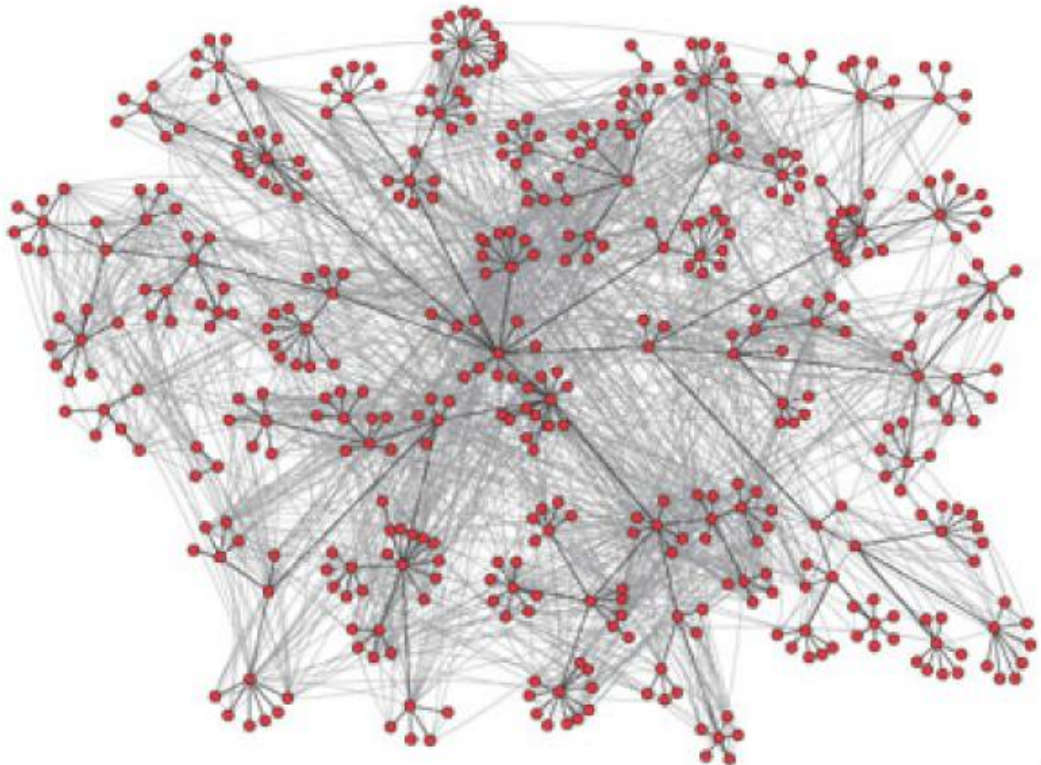


Modelagem empregando redes

- **Redes regulares.**
- **Redes mundo pequeno.**
- **Redes complexas.**

L. Adamic & E. Adar, "How to search a social network", Social Networks, vol. 27, no. 3, pp. 187-203, 2005.

Corporate e-mail communication



Abordagens Bottom-up e top-down

Modelos Bottom-up \equiv Modelos centrados em dados (data-driven models)

Modelos Top-down \equiv Modelos baseados em conhecimento (knowledge-based models)

Cenário bottom-up

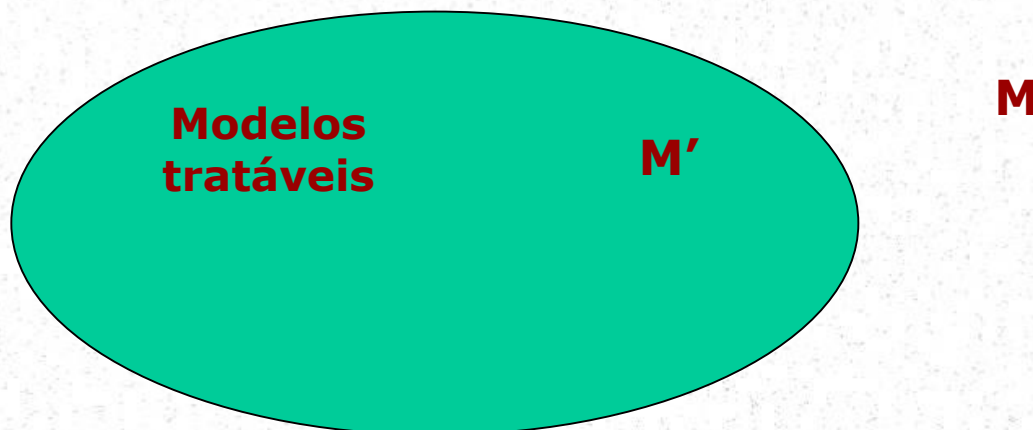
- **Espaço de busca (abstração matemática);**
- **Mecanismo de avaliação (atribuição de grau de qualidade às soluções candidatas);**
- **Máquina de busca (processo iterativo que requer tomada de decisão a cada iteração).**

Cenário top-down

- **Extração de conhecimento de especialistas;**
- **Decomposição do problema e emprego de soluções de prateleira;**
- **Abordagens construtivas e de poda;**
- **Mecanismo de avaliação (atribuição de grau de qualidade às soluções candidatas).**

Aspectos definidos pelo projetista

- A escolha da abordagem é influenciada por:
 - Aplicação pretendida;
 - Disponibilidade de dados experimentais;
 - Disponibilidade de conhecimento a priori.
- Níveis de simplificação (representação concisa);
- A tratabilidade pode requerer modelagem aproximada.



Referências Bibliográficas

- Luger, G.F. “Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving”, 6th edition, Addison-Wesley, 2008.
- Michalewicz, Z. & Fogel, D.B. “How to Solve It: Modern Heuristics”, Springer, 2000.
- Polya, G. “A Arte de Resolver Problemas: Um Novo Aspecto do Método Matemático”, Interciência, 1977.
- van Harmelen, F.; Lifschitz, V. & Porter, B. “Handbook of Knowledge Representation (Foundations of Artificial Intelligence)”, Elsevier Science, 2008.