

Inteligência Artificial

Sistemas Baseados em Conhecimento & Representação do Conhecimento

Sistemas Baseados em Conhecimento

- ❑ “A Inteligência requer conhecimento”
- ❑ Um sistema artificial deve ter:
 - Capacidade de generalização;
 - Compreensão pelas pessoas que o fornecem;
 - Facilmente modificado;
 - Vastamente utilizado (impreciso).
- ❑ Características do conhecimento humano:
 - Volumoso;
 - Impreciso;
 - Dinâmico;
 - Organizado por conteúdo.

Sistemas baseados em conhecimento

- ❖ Ou **Knowledge-Based Systems (KBS)**;
- ❖ O que é um sistema baseado em conhecimento?
- ❖ Humanos: resolvem problemas aplicando seus conhecimentos a um dado problema.



Sistemas Especialistas

- São sistemas computacionais que devem apresentar um comportamento semelhante a um especialista humano nas tomadas de decisão.
- Suas principais vantagens são a preservação e a distribuição de conhecimento estratégico caro e difícil de se formar.
- O processo de construção de um Sistema Especialista é chamado de Engenharia do Conhecimento e envolve a interação entre:

•O construtor do Sistema

Chamado também de Engenheiro do Conhecimento, cujo papel é o de “extrair” procedimentos, estratégias e de um especialista humano para a solução de determinado problema.

•Especialista humano

Toma decisões sobre determinado assunto a partir de fatos que encontra e hipóteses que formula, buscando em sua memória um conhecimento prévio armazenado durante anos, no período de sua formação e no decorrer de sua vida profissional, sobre esses fatos e hipóteses.

E o faz de acordo com sua experiência, isto é, com seu conhecimento acumulado sobre o assunto e, com esses fatos e hipóteses, emite a decisão.

SBC ou KBS

- ❖ Um **Sistema Baseado em Conhecimento (SBC)** é um programa de computador que utiliza conhecimento representado explicitamente para resolver problemas;
 - Ou seja, os SBCs são desenvolvidos para serem usados em problemas que requerem uma quantidade considerável de conhecimento humano e de perícia para serem resolvidos;
- ❖ “**Sistemas Especialistas (SEs)** são sistemas capazes de oferecer soluções para problemas específicos em um dado domínio e que têm habilidade de aconselhar no nível comparável ao de especialistas naquela área”
(Lucas and van der Gaag, Princípios de Sistemas Especialistas)
- ❖ A habilidade de explicação é especialmente necessária em domínios incertos (como diagnóstico médico) para aumentar a confiabilidade do usuário no conselho fornecido pelo sistema, ou mesmo para permitir o usuário detectar algum possível problema no raciocínio do sistema.

Como desenvolver um SBC

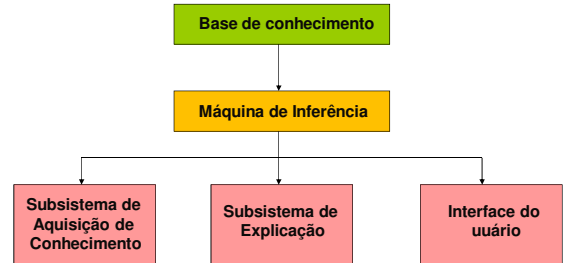
- ❖ Segundo a IA...
 - Identificar o **conhecimento** do domínio;
 - Representá-lo em uma **linguagem** formal;
 - Implementar um mecanismo de **inferência** para utilizá-lo.
- ❖ O princípio do conhecimento (Lenat & Feigenbaum)
 - Se um programa vai realizar uma tarefa complexa bem, ele deve conhecer com profundidade o mundo no qual ele deverá atuar.
- ❖ Questões-chave:
 - Como adquirir esse conhecimento?
 - Como representá-lo adequadamente?
 - Como raciocinar com ele correta e eficientemente?

Sistemas baseados em conhecimento

- ❖ São sistemas que
 - **raciocinam** sobre suas possíveis ações no mundo
- ❖ Conhecem:
 - O estado atual do mundo (propriedades relevantes);
 - Como o mundo evolui;
 - Como identificar estados desejáveis do mundo;
 - Como avaliar o resultado das ações;
 - Conhecimento sobre conhecimento (meta-conhecimento);
 - Etc.

Estrutura de um Sistema Especialista

Os Sistemas Especialistas apresentam 5 componentes básicos:



Sistema baseado em conhecimento

- ❖ Principais diferenças de um SBC e os convencionais:
 - Organização dos dados;
 - SBCs: métodos que fazem busca em um espaço de possíveis soluções e fazem uso intensivo de heurísticas para tornar a busca efetiva;
 - SCs: Algoritmos determinísticos para realizar suas funções
 - Separação do conhecimento e método de solução
 - Maior capacidade de explicação

Sistemas Especialistas

- ❖ Para resolver os problemas mais complexos encontrados na inteligência artificial, é necessário uma grande quantidade de conhecimento e de mecanismos para manipulá-lo;
- ❖ Para a resolução de problemas, é preciso contar com uma forma adequada de representação do conhecimento.

Inteligência e conhecimento

- ❖ Um dos primeiros resultados de IA foi verificar que inteligência requer conhecimento;
- ❖ Algumas características do conhecimento:
 - é volumoso;
 - é difícil de caracterização com precisão;
 - está mudando constantemente;
 - difere de simples dados, por organizar-se de uma maneira que corresponde ao modo como será usado.

DADOS -> INFORMAÇÃO -> CONHECIMENTO -> SABEDORIA

O que é Dado

- ❖ Dado é a estrutura fundamental sobre a qual um sistema de informação é construído;
- ❖ Precisão é um critério importante na avaliação da validade de um dado;
- ❖ Fatos, imagens ou sons que podem ou não ser úteis para uma determinada tarefa;
- ❖ Elementos de um Dado:
 - **Campo** - Características representando atributos específicos.
 - **Registro** - Uma coleção de campos interligados, relacionados a um objeto comum.
 - **Arquivo** - Uma coleção de registros interligados relatando um tópico comum.

O que é informação

- ❖ A transformação de dados em informação é frequentemente realizada através da apresentação dos dados em uma forma entendível ao usuário.
 - Parte do processo de criar informação é generalizada a partir da base de dados.
- ❖ Informação é uma declaração em relação à estrutura de uma entidade que permita a uma pessoa tomar uma decisão;
- ❖ Informação é qualquer dado estruturado que tem significado dentro de um contexto;
- ❖ Algumas vezes a estruturação e a apresentação do dado em um formato compreensível transforma o dado em informação.

O que é conhecimento

- ❖ “No sentido mais amplo, é o atributo geral que têm os seres vivos de reagir ativamente ao mundo circundante, na medida de sua organização biológica e no sentido de sua sobrevivência.” (Dicionário Aurélio, 1986)
- ❖ **Conhecimento é uma combinação de instintos, idéias, regras e procedimentos que guiam as ações e decisões.**
 - O conhecimento é uma apresentação concisa da experiência prévia de uma pessoa.
- ❖ São as “**regras práticas**” que usamos quando fazemos algo.
 - O conhecimento fornece a capacidade de resolver problemas, inovar e aprender baseado em experiências prévias.

- ❖ **Sabedoria** é a capacidade de tomarmos decisões acertadas, de aplicarmos bem o conhecimento que possuímos, dentro das limitações de tempo e espaço a que estamos sujeitos no momento da nossa ação;
- ❖ O **conhecimento pode ser adquirido** nos livros, na escola.
- ❖ A **sabedoria, no entanto, vem da prática**, da experiência adquirida à medida que vivemos e somos testados.

**Dado não é Informação
Informação não é Conhecimento
Conhecimento não é Inteligência
Inteligência não é Sabedoria**

Requisitos Básicos para a Representação do Conhecimento

- ❖ Uma técnica de IA é um método que explora o conhecimento;
- ❖ Esse conhecimento para ser empregado de forma adequada deve ser representado de um modo tal que:
 - O **conhecimento capture generalizações**: as situações que compartilham propriedades importantes são agrupadas;
 - Se o conhecimento não tem essa propriedade haverá **grande necessidade de memória e atualização**;
 - É por isso que normalmente chamamos algo sem essa propriedade de “dados” em vez de conhecimento.

- ❖ **Ele precisa ser compreendido pelas pessoas que o fornecem.**
 - Em vários domínios de IA, grande parte do conhecimento que um programa possui precisa basicamente ser fornecido pelas pessoas em termos que elas compreendam.
- ❖ Ele pode ser facilmente modificado para corrigir erros e refletir mudanças do mundo e da nossa visão do mundo.

- ❖ Ele pode ser usado em inúmeras situações, mesmo que não esteja totalmente preciso, nem esteja completo;
- ❖ Ele pode ser usado para ajudar a superar seu próprio volume, auxiliando a limitar as várias possibilidades que em geral têm de ser consideradas.

Representação do Conhecimento

O Estudo do Conhecimento

- ❖ **Aprender** - Ato que produz um comportamento diferente a um estímulo externo devido a excitações recebidas no passado e é, de uma certa forma, **sinônimo de aquisição de conhecimento**.
- ❖ Mas se o aprendizado pode ser considerado como parte do estudo do conhecimento, o que é conhecimento?
- ❖ **Conhecimento** - é o que faz com que seja possível o encadeamento e desenvolvimento da inteligência.

Representação do Conhecimento

- ❖ **Conhecimento** [Russel e Norvig 1995] é um conjunto integrado de fatos e relações que quando devidamente interpretado, produz um desempenho eficiente;
- ❖ Nos **Sistemas Baseados em Conhecimento** há uma separação clara entre **conhecimento e raciocínio**, ou seja, o controle do programa não se mistura com a especificação do conhecimento.

Raciocínio - planejamento e estratégia.

Representação do Conhecimento

- ❖ Características do conhecimento que devem ser analisadas:
- ❖ **É volumoso**
 - possui diversos aspectos, características e detalhes. A cada momento, novo conhecimento é gerado...
- ❖ **De difícil caracterização**
 - não sabemos explicar com formalismo como, quando e de que forma o conhecimento foi adquirido, como também temos dificuldade de explicá-lo.
- ❖ **Em constante mudança**
 - é aperfeiçoado sistematicamente, crescendo e se modificando permanentemente.
- ❖ **É individual e único**
 - cada indivíduo interpreta seu conhecimento de forma única.

Representação do Conhecimento

- ❖ Para que um sistema computacional possa utilizar aspectos do conhecimento, existe a necessidade de estruturação daquilo que será empregado pelo sistema;
- ❖ Essa estruturação é conhecida pelo nome de **Representação do Conhecimento**

Representação do Conhecimento

Características da Representação do Conhecimento:

- ❖ **Generalizável:**
 - Vários pontos de vista do mesmo conhecimento concebem uma representação de modo que possa ser atribuído a diversas situações e interpretações.
- ❖ **Representação passível de atualização/correção:**
 - O conhecimento é dinâmico, portanto, existe a necessidade permanente de atualização e ajustes do mesmo
- ❖ **Robusta:**
 - De tal forma que seja possível a sua utilização mesmo não abordando todas as situações possíveis, ou seja, mesmo sendo incompleta e imprecisa.
- ❖ **Compreensível:**
 - Compreensível ao ser humano: possível a sua interpretação.

Representação do Conhecimento

O Estudo do Conhecimento

- ❖ Aquisição do conhecimento ou aprendizado, tenta responder às seguintes questões:
 - Como introduzir conhecimento numa máquina?
 - Como tratar consistência e redundância?
- ❖ **A manifestação inteligente pressupõe:**
 - Aquisição,
 - Armazenamento e
 - Inferência do conhecimento.

Representação do Conhecimento

- ❑ Quando se discute representação do conhecimento, se lida com dois tipos diferentes de entidades:
 - **Fatos**: Verdades em algum mundo relevante. Essas são as coisas que queremos representar.
 - **Representação de fatos**: Com algum formalismo escolhido. Essas são as coisas que efetivamente seremos capazes de manipular.

Representação do Conhecimento

- ❖ Exemplos de paradigmas de representação do conhecimento:
 - ❖ **Conhecimento Procedural** – o conhecimento é representado em forma de funções/procedimentos.
 - ❖ **Redes** – o conhecimento é representado por um rótulo de grafos direcionados, cujos nós representam conceitos e entidades, enquanto os arcos representam a relação entre entidades e conceitos.
 - ❖ **Frames** – parecido com a rede semântica, exceto que cada nó representa conceito e/ou situações.
 - Cada nó tem várias propriedades que podem ser especificadas ou herdadas pelo padrão.

Representação do Conhecimento

- ❖ **Lógica** – modo de declaração que representa o conhecimento.
- ❖ **Árvores de Decisão** – conceitos são organizados em forma de árvores.
- ❖ **Conhecimento Estatístico** – uso de fatores de certeza, Redes Bayesianas, Lógica Fuzzy, etc.
- ❖ **Regras** – sistemas de produção para codificar regras de condição/ação.
- ❖ **Esquemas Híbridos** – qualquer representação do formalismo que emprega a combinação de esquemas de representação do conhecimento.

Representação do Conhecimento

- ❖ **Casos** – uma experiência passada, acumulando casos e tentando descobrir, por analogia, soluções para outros problemas.
- ❖ **MetaConhecimento** [Rich e Knight 1991]: Pode-se definir como conhecimento acerca do próprio conhecimento que se detém.
 - **Pode ser usado para:**
 - ❑ Guiar a seleção, localização e uso de regras;
 - ❑ Dar informação acerca das regras e do conhecimento;
 - ❑ Justificar as regras melhorando a capacidade de explicação;
 - ❑ Apoiar na detecção de erros ao introduzir novas regras;
 - ❑ Facilitar a introdução de novo conhecimento.

Representação do Conhecimento

- ❖ **Representação do conhecimento** - subárea de IA cujo objetivo principal é a busca de formalismos que possam ser usados para representar informação a respeito do mundo real.
- ❖ Muito do que se faz em IA baseia-se na chamada hipótese da representação do conhecimento.
- ❖ De acordo com Reichgelt (1991), formalismos de representação do conhecimento podem ser discutidos em quatro níveis distintos: **executável, lógico, epistemológico e conceitual**.

Epistemologia - "estudo da ciência", vem do grego, (*episteme*) = ciência, conhecimento científico, e (*logos*) = palavra, verbo, estudo, discurso.

Representação do Conhecimento

- ❖ Como poderíamos conceber um mecanismo geral para representar o conhecimento?
- ❖ Como podemos representar definições? E as exceções?
- ❖ Quando um sistema inteligente deve fazer suposições pré-concebidas sobre informação ausente e como ele poderia ajustar o seu raciocínio caso estas suposições se mostrem erradas?
- ❖ Como podemos representar o tempo da melhor forma possível? E a casualidade? E a incerteza?

Representação & Raciocínio

❖ **Raciocínio** é um processo de construção de novas sentenças a partir de sentenças existentes.

□ **Categorias (Típicas) de Raciocínio:**

- **Dedução;**
 - Extração de Conhecimento
- **Indução;**
 - Teste de Conhecimento
- **Abdução;**
 - Geração de Conhecimento
- **Analogia.**

Categorias de Raciocínio: Dedução

- ❖ Processo de raciocínio no qual **uma conclusão segue necessariamente como decorrência das premissas** supostas;
- ❖ Baseia-se na criação de novas sentenças a partir de premissas dadas como verdadeiras.
 - A sentença criada é necessariamente verdadeira.
- ❖ Uma das regras básicas da inferência da **Lógica Dedutiva**: regra do *modus ponens* (Latim: modo que afirma)
 - *Se X é verdade e Se X sendo verdade implica que Y é verdade, então Y é verdade.*

Categorias de Raciocínio: Dedução

- **Fatos + regras de inferência => novos fatos**
- Causa -> efeito
 - Se há **fogo (causa)**, há **fumaça (efeito)**;
 - Aqui tem fogo, logo, **aqui tem fumaça (novo fato)**.
- É o único tipo de inferência que preserva a verdade

Categorias de Raciocínio: Dedução

❖ **Exemplo:**

- **Premissa 1:** Todo homem é mortal
- **Premissa 2:** João é homem
- **Conclusão:** João é mortal

Representação do Conhecimento

Exemplo:

Determine o tipo de raciocínio utilizado a seguir:

Todos os alunos gostam de inteligência artificial. Francisco é aluno. Francisco gosta de inteligência artificial.

Solução:

Raciocínio por Dedução

Representação do Conhecimento

Exemplo:

Determine o tipo de raciocínio utilizado a seguir:

Todos os feijões deste saco são brancos.
Estes feijões provêm deste saco.
Estes feijões são brancos (seguramente).

Solução:

Raciocínio por Dedução

Inferência Indutiva

❖ Indução:

- Um processo de raciocínio para uma conclusão sobre todos os membros de uma classe por meio do exame de apenas uns poucos membros da classe;
- De maneira geral, **raciocínio do particular para o geral**;
- Por exemplo, se eu noto que:
 - Todos os pacientes com Déficit de Atenção atendidos em 1986 sofriam de Ansiedade;
 - Todos os pacientes com Déficit de Atenção atendidos em 1987 sofriam de Ansiedade;
 - ...
- **Posso inferir logicamente que Todos os pacientes que sofrem de Déficit de Atenção, também sofrem de Ansiedade**
- Isto pode ser ou não verdade, mas propicia uma boa generalização

Categorias de Raciocínio: Indução

- ❖ Uma conclusão sobre todos os membros de uma classe por meio do exame de apenas uns poucos membros da classe;
- ❖ De maneira geral, **raciocínio do particular para o geral**.
- ❖ "Formalmente":
 - Para um conjunto de objetos, $X=\{a,b,c,d,\dots\}$, se a propriedade P é verdade para a , e se P é verdade para b , e se P é verdade para c ,... então P é verdade para todo X

Categorias de Raciocínio: Indução

- Partir dos fatos para gerar regras:
 - fato1 + fato2 + fato3 => regra!
 - ex. Sr. Antônio, assim como D. Maria, tem dor de cabeça e dengue, então **todo mundo que tem dengue, tem dor de cabeça**
- Transforma conhecimento em **extensão**, em conhecimento em **intenção**!!

Categorias de Raciocínio: Indução

❖ Exemplo:

- **Caso 1:**
 - Júlia é professora;
 - Júlia tem um ótimo salário.
- **Caso 2:**
 - Mário é professor;
 - Mário tem um ótimo salário.
- **Caso 3:**
 - João é professor;
 - João tem um ótimo salário.
- **Lei geral:** Professor tem um ótimo salário

Representação do Conhecimento

Exemplo:

Determine o tipo de raciocínio utilizado a seguir:

O ferro conduz eletricidade
O ferro é metal
O ouro conduz eletricidade
O ouro é metal
O cobre conduz eletricidade
O cobre é metal
Logo os metais conduzem eletricidade.

Solução:

Raciocínio por Indução

Representação do Conhecimento

Exemplo:

Determine o tipo de raciocínio utilizado a seguir:

Estes feijões provêm deste saco.
Estes feijões são brancos.
Todos os feijões deste saco são brancos (**provavelmente**).

Solução:

Raciocínio por Indução

Categorias de Raciocínio: Abdução

- ❖ Consiste em, dada uma premissa do tipo $P \rightarrow Q$, e sabendo-se que Q é verdadeira, admite-se que, talvez, P seja verdade, ou seja, supõe-se, sem certeza, que P é verdade.
- ❖ É uma heurística para fazer "inferências plausíveis".
- ❖ Propicia uma conclusão plausível consistente com a informação disponível, a qual pode de fato estar errada.
- ❖ "Formalmente":
 - Se Y é verdade e X implica em Y , então X é verdade

Categorias de Raciocínio: Abdução

- Inverso da dedução: do efeito para a causa
 - Se há fumaça, há fogo. Eu vi fumaça (efeito), logo aqui tem fogo (causa)
 - Ex. Se há febre e dor, a doença é dengue
- Este tipo de inferência preserva a falsidade
- ❖ Exemplo:
 - Se eu leio que fumar causa câncer de pulmão e
 - José morreu de câncer de pulmão,
- Lei Geral: posso inferir que José era um fumante.

Representação do Conhecimento

Exemplo:

Determine o tipo de raciocínio utilizado a seguir:

Todos os feijões deste saco são brancos.

Estes feijões são brancos.

Estes feijões provêm deste saco (é uma hipótese, estamos apostando que sejam).

Solução:

Raciocínio por Abdução

Categorias de Raciocínio: Analogia

- ❖ Baseia-se na experiência de casos anteriores, dos quais há verdades conhecidas;
- ❖ Se o caso que está sendo analisado assemelha-se ao(s) caso(s) anterior(es), então supõe-se, sem certeza absoluta, que as mesmas verdades são verdadeiras também para esse caso.
- ❖ Parte do particular para o particular, não possui, do ponto de vista formal, uma força de prova, mas somente é verossímil, ou provável.

Categorias de Raciocínio: Analogia

- Fatos + similaridades + regras de adaptação +...
- a partir de fatos (conhecimento em extensão), a da similaridade entre eles resolve o problema, sem gerar regras
 - ex.: Raciocínio de médico: Naquele caso de dengue, eu passei aspirina e não deu certo, logo vou evitar receitar aspirina neste caso semelhante.

Categorias de Raciocínio: Analogia

- ❖ Exemplo:
 - Caso anterior: João ingeriu bebida alcoólica em demasia. João teve amnésia.
 - Caso analisado: Maria ingeriu bebida alcoólica em demasia.
- Inferência por analogia: Maria teve amnésia.

Representação do Conhecimento

Exemplo:

Determine o tipo de raciocínio utilizado a seguir:

A Terra e Marte são planetas, giram em torno do sol e têm atmosfera.

A Terra é habitada.

Marte também deve ser habitado

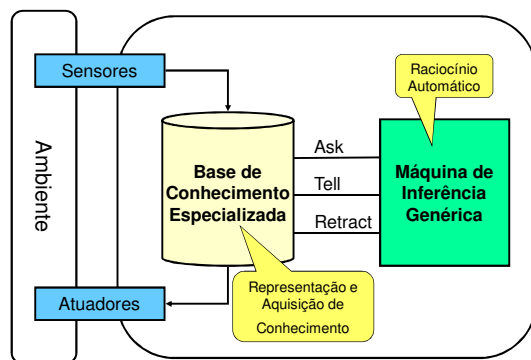
Solução:

Raciocínio por Analogia

Categorias de Raciocínio

- ❖ O conhecimento novo baseado no raciocínio **dedutivo** é sempre verdade se as suposições são verdadeiras;
- ❖ O conhecimento novo baseado em vários casos (**indução**) é geralmente verdadeiro desde que os sistemas estudados sejam bem comportados;
- ❖ Uma inferência baseada na **abdução** pode ser plausível mas deve carregar um fator de confiança para indicar a probabilidade de estar correta.

Sistema baseado em conhecimento (dedutivo)



Como adquirir conhecimento?

- ❖ Base de conhecimento é a representação do conhecimento humano no computador.
- ❖ É onde estão armazenadas as informações do sistema especialista, ou seja, os fatos e as regras.

❖ Aprendizado:

- Várias técnicas ...
 - Regras
 - Aprendizagem Simbólica
 - Redes Neurais
 - Algoritmos Genéticos

❖ Explicitar: engenharia de conhecimento

- Várias técnicas...
 - Programação em lógica, sistemas de produção, ...

Representação do Conhecimento

Regras de Produção

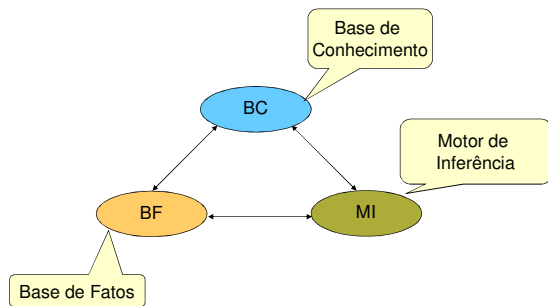
- ❖ Outra forma de descrever fatos e relações.
- ❖ Foram incorporadas à inteligência para serem aplicadas nos modelos psicológicos da resolução humana de problemas.

Regras de Produção

❖ **Conceito**

- É uma parcela do conhecimento da forma:
SE condições ENTÃO conclusões (coeficiente).
- ❖ A maioria dos **sistemas especialistas** tem pelo menos uma parte de sua base de conhecimento representada nesse formalismo.

Regras de Produção



Regras de Produção

- ❖ **BC** - Base de Conhecimento composta de regras: memória longa do sistema;
- ❖ **MI** - Mecanismo algoritmo encarregado de manipular a base de conhecimento em uma situação de consulta;
- ❖ **BF** - Memória curta que abrange informações conhecidas sobre o problema em curso.

Conhecimento Baseado em Regras

- ❖ **Exercício:** Criar uma base de conhecimento para análise de um problema de inundação em um andar.



Levantamento dos dados

Sintomas Possíveis:

- Cozinha com água;
- Banheiro com água;
- Hall de entrada com água.

Outros parâmetros:

- Janela aberta;
- Janela fechada;
- Choveu;
- Não choveu.

Causas possíveis(diagnósticos):

- Choveu;
- Vazamento de água na cozinha;
- Vazamento de água no banheiro;
- Não entrou água de fora.

Conhecimento Baseado em Regras

- SE** cozinha Ok **E**
hall de entrada com água
ENTÃO Vazamento da água pelo banheiro
- SE** hall de entrada com água **E**
banheiro Ok
ENTÃO problema na cozinha
- SE** janela da cozinha fechada **OU**
não choveu
ENTÃO não entrou água de fora
- SE** não entrou água de fora **E**
problema na cozinha
ENTÃO Vazamento de água na cozinha

Conhecimento Baseado em Regras

SE TemperaturaForno > 800C **E**

TempoOperação > 15 s

ENTÃO

FecharValvula V3 **E**

MostrarAlerta "Excedida temperatura"

- ❖ Um sistema especialista pode dispor de centenas ou mesmo milhares de regras como essas, tentando capturar o conhecimento de um "especialista" em um determinado assunto.

Regras de Produção

❖ Vantagens:

- Constituem um meio simples e natural de traduzir o conhecimento heurístico considerado em um raciocínio do tipo condicional;
- Pode fornecer ao usuário explicações sobre o raciocínio seguido pelo sistema.

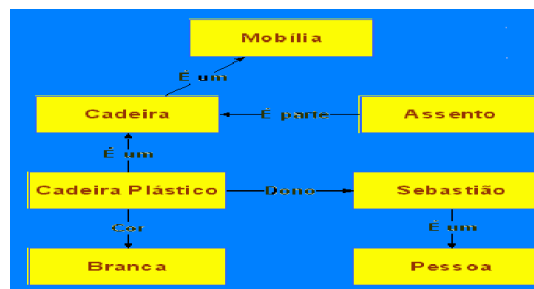
❖ Desvantagens:

- Em grandes sistemas, é necessário ordenar as regras, ou associar a elas prioridades para uma melhor eficácia da resolução de conflitos.

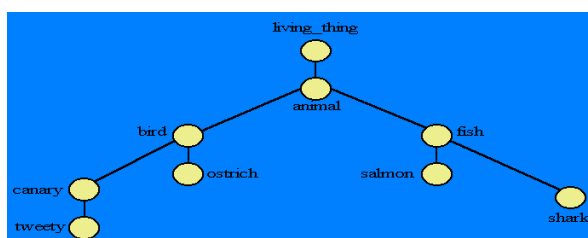
Conhecimento Baseado em Redes Semânticas

- ❖ Uma rede semântica consiste em um conjunto de **nodos conectados por um conjunto de arcos** para a Representação de Conhecimento.
- ❖ Os nodos na rede representam conceitos de entidades, atributos, eventos e estados, enquanto os arcos na rede geralmente chamados de **relações conceituais**, representam as **relações** mantidas entre os conceitos.
 - Os rótulos sobre os arcos especificam os tipos de relações.

Conhecimento Baseado em Redes Semânticas



Conhecimento Baseado em Redes Semânticas

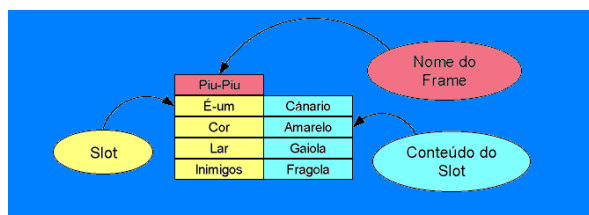


```
subclass(animal, living_thing).
subclass(fish, animal).
subclass(canary, bird).
subclass(ostrich, bird).
subclass(shark, fish).
subclass(salmon, fish).
```

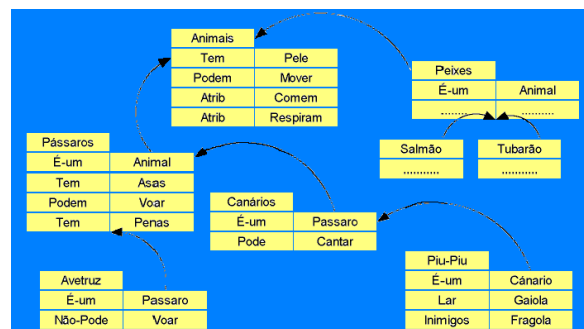
Conhecimento Baseado em Frames

- ❖ Um frame é identificado por um nome e descreve um objeto complexo através de um conjunto de atributos.
 - Um Sistema de Frames é um conjunto de frames organizados hierarquicamente.
- ❖ São uma **evolução das Redes Semânticas**;
- ❖ Nós são substituídos por frames;
- ❖ Arcos são substituídos por atributos (*slots*).

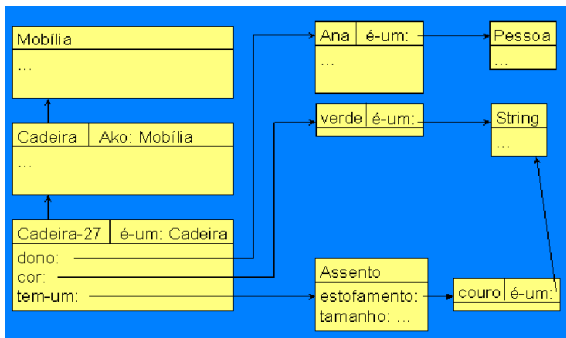
Conhecimento Baseado em Frames



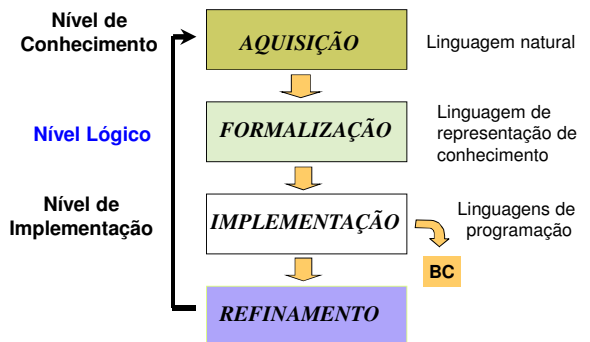
Conhecimento Baseado em Frames



Conhecimento Baseado em Frames



Ciclo de vida dos sistemas baseados em conhecimento



Aprendizagem Automática

- ❖ A **Aprendizagem Automática** ou **Aprendizagem de Máquina** ("Machine Learning"), é uma das áreas da Inteligência Artificial;
- ❖ Tem como um dos seus principais objetivos, o estudo e a compreensão dos processos de aprendizagem bem como o **desenvolvimento de algoritmos que suportem estes processos**, para aplicação em artefatos.

Redes Semânticas

70

Redes Semânticas

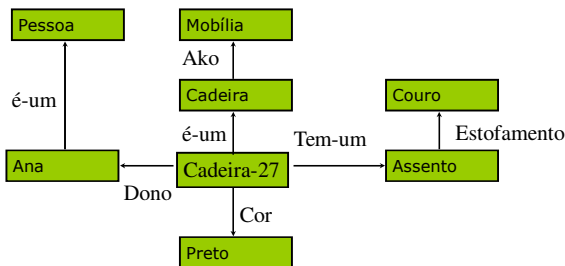
- ❖ **Histórico**
 - Redes Semânticas foram propostas em **1913 por Selz** como uma explicação a fenômenos psicológicos;
 - Em **1966, Quillian** implementou essas redes e mostrou como o conhecimento semântico poderia ser representado como relacionamento entre dois objetos.

71

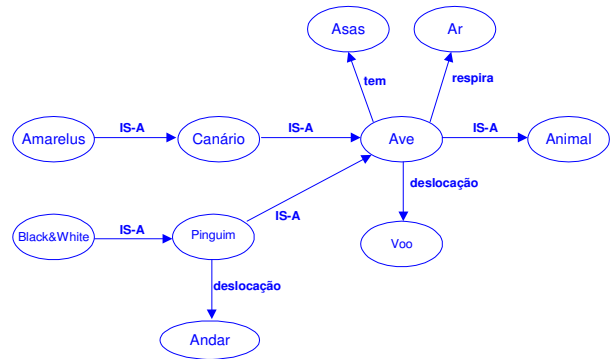
Redes Semânticas

- ❖ Uma rede semântica é uma representação na qual:
 - Existem nós que representam entidades e links (predicados) que representam relacionamentos entre essas entidades;
 - Cada link conecta um nó origem até um nó destino;
 - Normalmente, os nós e links denotam entidades de domínio específico.

Exemplo: Rede Semântica



Exemplo: Redes Semânticas



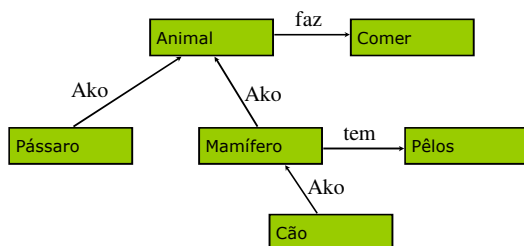
Redes Semânticas

- ❖ Forma mais flexível e intuitiva de representar conhecimento;
- ❖ Suportam herança de propriedades;
- ❖ Relações:
 - **Ako (a-kind-of)**: relações entre classes
 - **é-um (is-a)**: relações entre classes e instâncias
 - uma entidade pertence a uma classe mais alta, ou uma categoria de objetos.
 - **tem-um (has-a)**: identifica características ou atributos das entidades;
 - **parte-de (part-of)**: identifica características ou atributos das entidades;
 - **variados**: identifica características gerais.

Sistemas de Redes Semânticas

- ❖ **Base de conhecimento**:
 - Nós e links da rede.
- ❖ **Máquina de inferência**:
 - Busca e casamento de padrões;
 - A busca se dá para frente e para trás através dos links.
- ❖ A busca pode ser usada de várias maneiras para se extrair informações:
 - Como uma ferramenta explicativa;
 - Para explorar exaustivamente um tópico;
 - Para encontrar o relacionamento entre dois objetos.

Exemplo: Busca em redes semânticas



77

Busca como Ferramenta Explicativa

- ❖ Para provar a declaração "Cães comem"
 - Pode-se supor que cães comem, e usar busca sobre a rede para provar a hipótese.
- ❖ Buscando a partir do nó "Cão", temos:
 - "Cão é-um mamífero"
 - "Mamífero é-um animal"
 - "Animal faz comer"
 - Isto é uma prova para "Cães comem"

Explorar exaustivamente um tópico

- ❖ Para derivar todo o conhecimento sobre “cães”, usa-se Busca em Largura a partir do nó “Cão”
 - “Cães são Mamíferos”;
 - “Cães têm Pêlos”;
 - “Cães são Animais”;
 - “Cães Comem”.

Relacionando tópicos

- ❖ Para verificar se “Cães” e “Pássaros” estão relacionados, pode-se executar, a partir de ambos os nós, uma Busca em Largura;
- ❖ A interseção entre os nós visitados nos dá uma pista sobre o relacionamento entre os nós iniciais;
- ❖ Isto é chamado *ativação distribuída ou interseção de busca*.

80

Vantagens das Redes Semânticas

- ❖ *Representação visual fácil* de se entender;
- ❖ *Flexibilidade* na manipulação de nós e links
 - adição, exclusão, modificação
- ❖ *Economia*:
 - herança via relações “é-um” e “ako”.
- ❖ *Capta “senso-comum”*
 - semelhante ao armazenamento de informações no cérebro.

Limitações

- ❖ Busca em redes semânticas grandes pode ser muito *ineficiente*;
- ❖ *Não há homogeneidade* na definição de nós e links;
- ❖ *Hereditariedade* pode causar dificuldades no tratamento de exceções;
- ❖ Pode haver conflito entre características herdadas;
- ❖ É difícil representar conhecimento procedimental
 - sequenciamento e tempo não estão explícitos.
- ❖ Menos expressiva que a Lógica de Primeira Ordem
 - não há quantificadores.

Características Redes Semânticas

- ❖ *Simplicidade de representação* - devido às características de herança
 - Pintassilgo herda todas as propriedades de Aves.
- ❖ As Redes Semânticas estão na origem da *Programação Orientada a Objetos*;
- ❖ Permitem uma redução no tempo de pesquisa, visto que os nós estão diretamente ligados aos nós vizinhos com interesse.

Desvantagens:

- ❖ Podem permitir inferências inválidas;
- ❖ Não têm uma norma de interpretação - a interpretação depende dos programas que a manipulam.

Redes Semânticas: Redes Bayesianas

- ❖ São diagramas que organizam o conhecimento numa dada área através de um *mapeamento entre causas e efeitos*;
- ❖ Sistemas baseados em redes Bayesianas: são *capazes de gerar automaticamente predições ou decisões* mesmo na situação de inexistência de algumas peças de informação;
- ❖ *Rede Bayesiana*: Definida pela sua estrutura e modelo probabilístico, determinando de forma unívoca a distribuição conjunta para as variáveis que descreve.

Redes Bayesianas

❖ São grafos direcionados acíclicos com as seguintes características:

- Os **nós correspondem a variáveis** aleatórias.
- Uma ligação direcionada ou arco com seta liga pares de variáveis (nós). O significado intuitivo de um arco dirigido do nó X para o nó Y é que *X tem uma influência direta sobre Y*.
- Cada nó tem associados os estados da variável que representa e uma tabela de **probabilidades condicionadas** que quantifica os efeitos que os pais exercem sobre um nó (probabilidade do nó estar num estado específico dado os estados dos seus pais).
- O grafo não possui ciclos direcionados.

Redes Bayesianas

- ❖ **Matematicamente:** uma Rede *Bayesiana* é uma representação compacta de uma **tabela de conjunção de probabilidades** do universo do problema;
- ❖ **Do ponto de vista de um especialista:** Redes Bayesianas constituem um **modelo gráfico que representa de forma simples as relações de causalidade das variáveis de um sistema**.

Redes Bayesianas

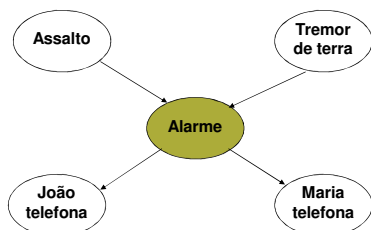
Uma Rede *Bayesiana* consiste de:

- ❖ Um **conjunto de variáveis e um conjunto de arcos** ligando as variáveis.
- ❖ Cada variável possui um **conjunto limitado de estados** mutuamente exclusivos.
- ❖ As variáveis e arcos formam um **grafo dirigido sem ciclos (DAG)**.
- ❖ Para cada variável A que possui como pais B_1, \dots, B_n , existe uma tabela $P(A|B_1, \dots, B_n)$.

Redes Bayesianas: Exemplo

- ❖ “Você possui um novo alarme contra ladrões em casa;
- ❖ Este alarme é muito confiável na detecção de ladrões, entretanto, ele também pode disparar caso ocorra um terremoto;
- ❖ Você tem dois vizinhos, João e Maria, os quais prometeram te telefonar no trabalho caso o alarme dispare;
- ❖ João sempre liga quando ouve o alarme, entretanto, algumas vezes confunde o alarme com o telefone e também liga nestes casos;
- ❖ Maria, por outro lado, gosta de ouvir música alta e às vezes não escuta o alarme.”

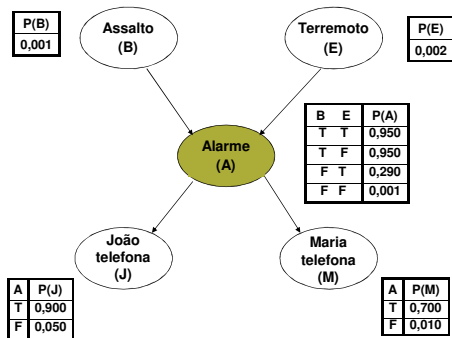
Redes Bayesianas: Representação do problema



Redes Bayesianas: Tabela de Probabilidades

Assalto	Terremoto	P(Alarme Assalto, Terremoto)	
		Verdade	Falso
Verdade	Verdade	0,950	0,050
Verdade	Falso	0,950	0,050
Falso	Verdade	0,290	0,710
Falso	Falso	0,001	0,999

Rede Bayesiana e probabilidades



Redes Semânticas

❖ Aplicações:

- Sistemas de compreensão de linguagem natural;
- Representação de taxonomias de conhecimentos nos quais as ligações entre conceitos são de natureza hierárquica.

Redes Semânticas

❖ Vantagens

- Bem adaptadas à representação de um conjunto hierárquico de conceitos.

❖ Desvantagens

- Limitações na definição de raciocínio.

Ontologia

❖ É a parte da **filosofia** que trata da natureza do **ser**, da realidade, da existência dos entes e das questões metafísicas em geral.

- A ontologia trata do *ser enquanto ser*, isto é, do ser concebido como tendo uma natureza comum que é inerente a todos e a cada um dos seres.

❖ Costuma ser confundida com metafísica.

- Conquanto tenham certa comunhão ou interseção em objeto de estudo, nenhuma das duas áreas é subconjunto lógico da outra, ainda que na identidade.

94

Sistemas Especialistas

❖ Base de Conhecimento ou Knowledge Base (KB)

- Conjunto de representações sobre o mundo (KB)
 - Cada elemento do conjunto é uma sentença;
 - Sentença: expressão de uma linguagem de representação de conhecimento;
 - Background knowledge (conhecimento inicial).

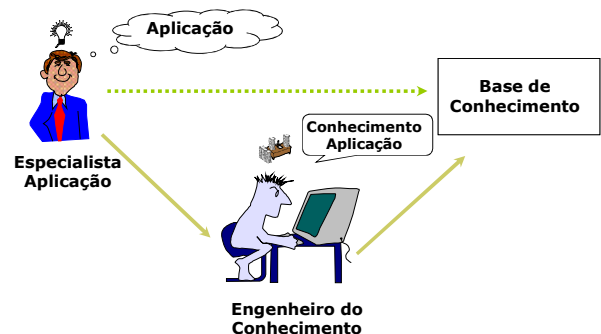
❖ Mecanismos para:

- Inserção de conhecimentos na base de conhecimentos
- Consulta aos conhecimentos na base de conhecimentos

❖ Mecanismo de Inferência:

- Permite, a partir de uma consulta, derivar conhecimentos que estão armazenados na base de conhecimentos de maneira implícita

Engenharia do Conhecimento



Construindo Bases de Conhecimento

❖ Engenharia do Conhecimento:

- processo de construção de bases de conhecimento.

❖ Engenheiro do Conhecimento:

- Investiga algum domínio do conhecimento em particular;
- Determina quais conceitos são importantes;
- Cria uma representação formal para os objetos e relacionamentos nesse domínio;
- Normalmente não é um especialista no domínio em questão, mas se serve de uma interação com esses especialistas para construir a base de conhecimento.

❖ Lógica de 1ª ordem:

- Ferramenta para a representação do conhecimento e raciocínio;
- Não oferece nenhum conselho sobre quais fatos devem ser expressos, nem o vocabulário a ser utilizado.

Construindo Bases de Conhecimento

❖ Aquisição do Conhecimento

- Metodologia para a eliciação do conhecimento necessário para representar um domínio;
- Normalmente obtém-se o conhecimento por meio de entrevistas com especialistas do domínio
 - criação de cenários e estudos de casos.

❖ Engenharia de Ontologias

- Metodologia para a escolha da terminologia e representação de conhecimentos gerais sobre algum domínio em particular, em uma linguagem formal.

❖ Engenharia do Conhecimento

- Semelhante, sob certos aspectos, à fase de **análise** da engenharia de software, quando se tenta levantar a organização de processos do mundo real e criar uma descrição destes