



IC817 – Inteligência Artificial

Prof: Marcelo Dib Cruz

Inteligência Artificial

Inteligência Artificial?

- Definição
- Para que serve ?

Inteligência Artificial

Antes da definição !!!

Algoritmos ?

- **Solucionar Problemas** exige a capacidade de criar representações adequadas da realidade (modelos) e, com ajuda delas, encontrar um algoritmo de solução que explique como remover ou superar tais problemas. O algoritmo precisa funcionar na prática e ser rápido o suficiente para solucionar o problema quando este oferece uma solução.

Inteligência Artificial

Algoritmos ?

→ Solucionar Problemas

- O que é Modelagem?
- É o processo de produzir um modelo.
- É uma atividade na qual construímos modelos para descrever como um fenômeno ou sistema de interesse se comporta.

Inteligência Artificial

Algoritmos ?

→ Solucionar Problemas

- O que é Modelagem?
- É uma representação de algum objeto, fenômeno observado, ou sistema;
- É uma descrição em alguma “linguagem” usada para ajudar a entender ou visualizar alguma coisa.

Modelagem

Modelagem

→ Características

- Um modelo é similar, porém mais simples do que o sistema real que ele representa;
- Um modelo deve ser uma representação próxima ao sistema real (que ele representa) e incorporar suas características principais

Modelagem

Modelagem

- Por que modelar?
- Para ganhar entendimento: O entendimento de um sistema do mundo real pode ser melhorado através da análise do modelo.
- Para prever (resolver situações): Em muitos casos, experimentar diretamente um sistema real para saber como ele se comportará no futuro pode ser muito caro ou mesmo impossível.

Modelagem

Modelagem

- Por que modelar?
- A construção de um modelo requer:
- Um entendimento claro dos seus objetivos com a modelagem. Exatamente, quais aspectos do sistema você deseja entender ou predizer?
- Um entendimento dos fatores chaves envolvidos no sistema e como eles se relacionam entre si. Isto geralmente requer uma visão muito simplificada do sistema.

Modelagem

Modelagem

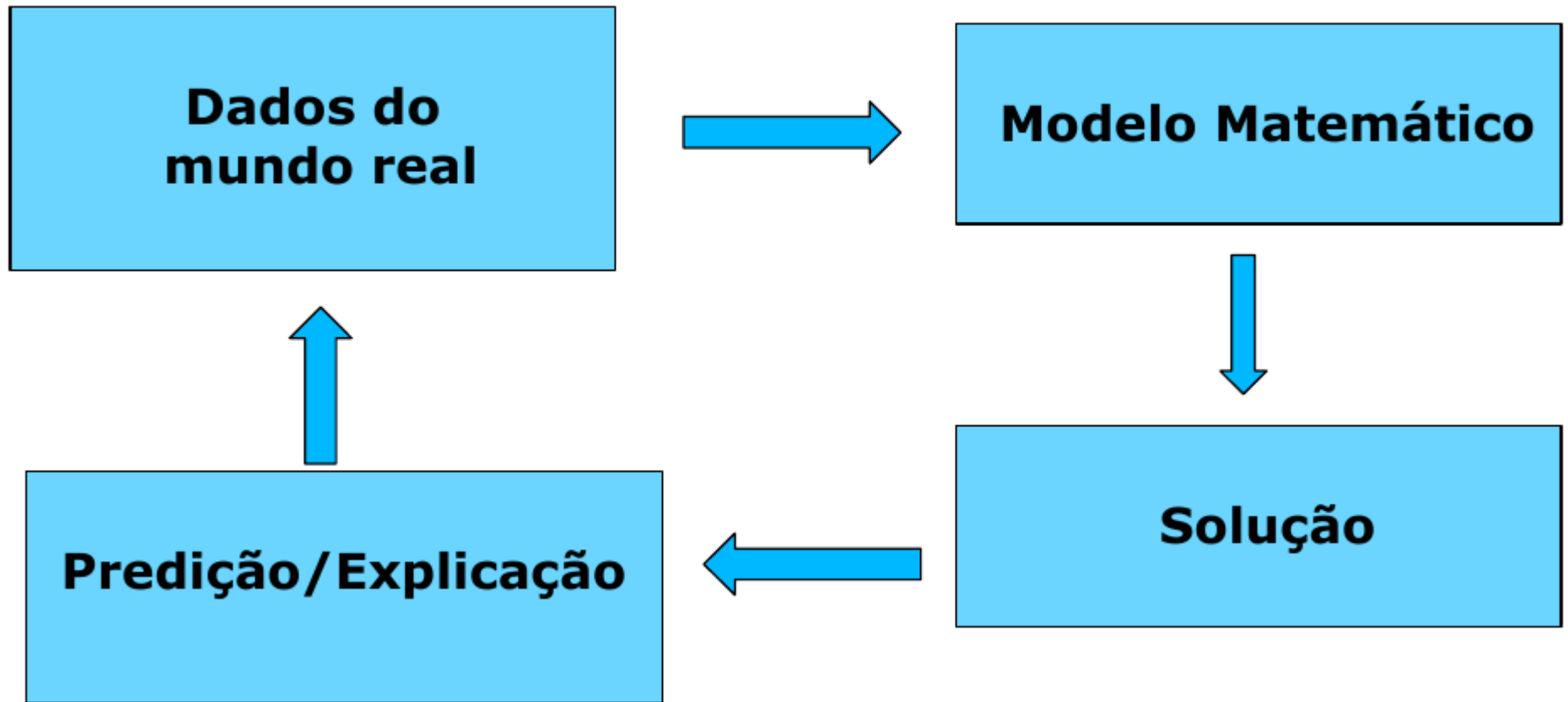
- Por que modelar?
- **O mesmo sistema pode ser modelado de formas diferentes dependendo do objetivo proposto;**

Modelagem

O Processo de Modelagem

- Para exercer as habilidades para formular ou modelar matematicamente um problema é importante esquematizar alguma metodologia de modelagem.
- Um esquema consensual consiste nas seguintes etapas:
 1. Identificação (reconhecimento);
 2. Modelo (formulação);
 3. Solução

Modelagem



Modelagem

As etapas do esquema básico podem ser detalhadas:

1. Identificar o problema real. Identificar as variáveis do problema;
2. Construir relações apropriadas entre as variáveis;
3. Criar um modelo matemático adequado;
4. Obter a solução;
5. Interpretar a solução matemática;
6. Testar e validar o modelo. Comparar com a realidade.

Modelagem

Em cada uma das etapas algumas perguntas podem ser feitas para auxiliar no processo:

1. Identificar o problema real. Identificar as variáveis do problema;
 1. O que queremos obter?
 2. Quais os objetivos em abordar o problema?
 3. O que pode ser medido ou obtido como dado no problema?
2. Construir relações apropriadas entre as variáveis;
 1. Qual é a relação entre os dados conhecidos e desconhecidos?

Modelagem

3. Criar um modelo matemático adequado;
 1. A técnica escolhida para representar o modelo é adequada?
 2. O modelo possui solução?
4. Obter a solução;
 1. O modelo possui solução analítica?
 2. Qual será o esforço e quais os métodos de solução serão adequados?
 3. Pode-se melhorar o método de solução?
 4. Será melhor desenvolver um método novo?

Modelagem

Exemplos:

- Mercado de ações
- Produção de Petróleo
- Biologia
- Ecologia
- Meteorologia
- Engenharias
- Química
- Medicina
- Etc.

Exemplo

Reconhecimento de Padrões

- **Objetivo : encontrar algum padrão no conjunto de dados**
- **Solução**
 - **Inteligencia Artificial**
 - **Otimização Combinatória**
- **Para que serve ?**
 - **Classificação**
 - **Predição**
 - **Mineração**

Exemplo

Reconhecimento de Padrões

- **Objetivo** : Com rótulos ou classes
- Aprendizado Supervisionado
- Risco de Pacientes com Cancer
 - Alto
 - Medio
 - Baixo

Exemplo

Reconhecimento de Padrões

- **Objetivo** : Sem rótulos ou classes
- Aprendizado Não supervisionado
- RNA não supervisionada
- Aplicação para Encontros

Exemplo

Reconhecimento de Padrões

- **Objetivo** : Sem rótulos ou classes
- Problema de Agrupamento ou Clusterização ou Clustering
- Uma aplicação interessante é quando se deseja encontrar estruturas similares em um conjunto de dados onde não possui classes.
- Agrupamento de dados é uma técnica base para identificar valores anômalos ou outliers.
- K conhecido (numero de grupos)
- K-means

Exemplo

Reconhecimento de Padrões

- **K-means** (MacQuenn, 1967) é um método de clusterização que objetiva particionar um conjunto com n observações em um número k de grupos ou clusters, fixado a priori. O algoritmo visa minimizar uma função objetivo, neste caso uma função do erro quadrado.

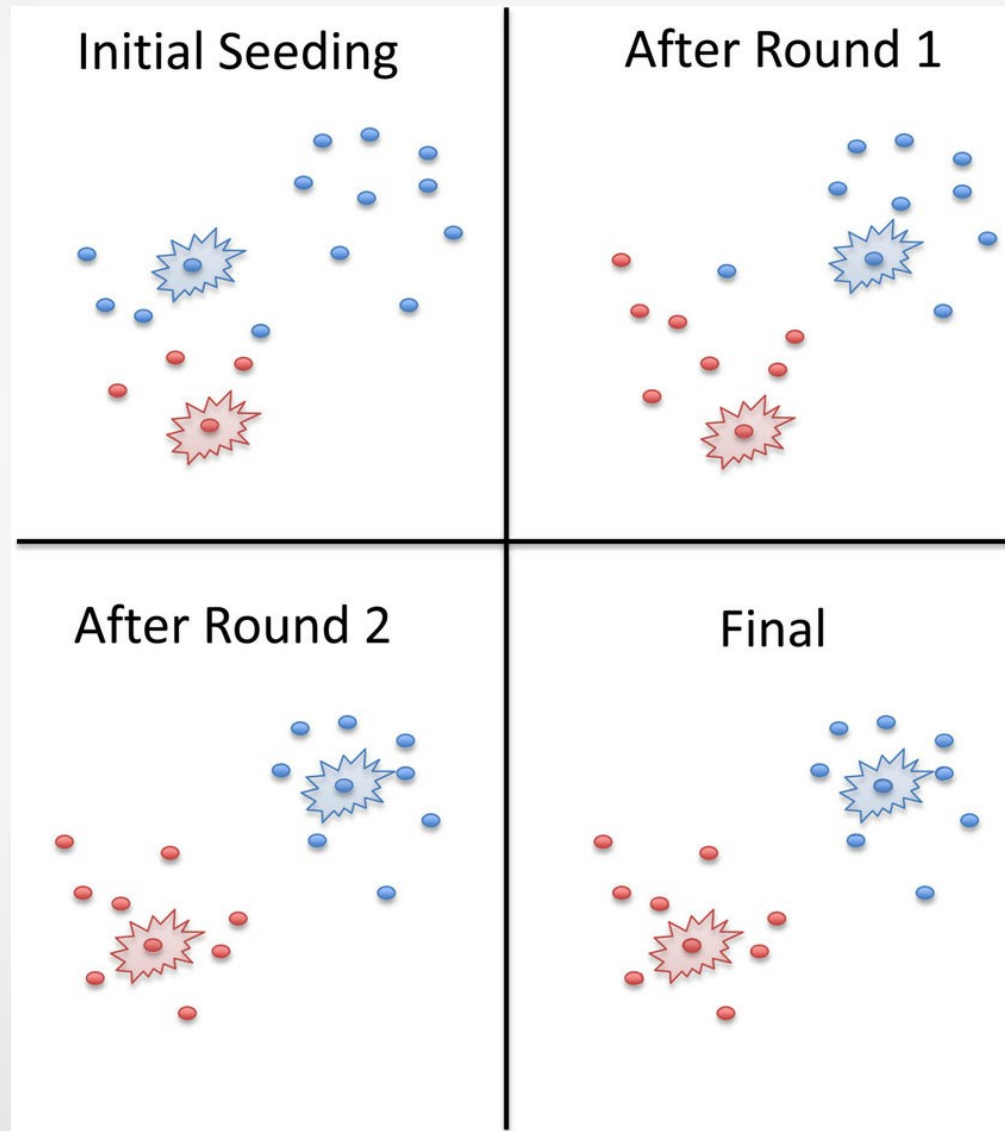
Exemplo

K-Means

- 1) Escolher aleatoriamente um número k de centros para os clusters;
- 2) Atribuir cada objeto para o cluster de centro mais próximo (ex. usando a distância Euclidiana)
- 3) Mover cada centro para a média dos objetos atribuídos;
- 4) Repetir os passos 2 e 3 até que algum critério de convergência seja obtido (número de iterações, tolerância em relação às mudanças nos centróides).

Exemplo

K-Means



Exemplo

Reconhecimento de Padrões

- **Objetivo** : Sem rótulos ou classes
- Problema de Agrupamento Automático ou Clusterização Automática ou Automatic Clustering
- Numero de grupos não conhecido

Exemplo

Problema de Agrupamento Automático ou Automatic Clustering

K não conhecido (numero de grupos)

```
from sklearn.cluster import DBSCAN
```

```
from sklearn.cluster import AgglomerativeClustering
```

```
from sklearn.cluster import OPTICS
```

```
from sklearn.cluster import MiniBatchKMeans
```

```
from sklearn.cluster import AffinityPropagation
```

```
from sklearn.cluster import MeanShift
```

```
from sklearn.cluster import SpectralClustering
```

```
from sklearn.cluster import Birch
```


Exemplo

Problema de Agrupamento Automático ou Automatic Clustering

K não conhecido (numero de grupos)

Algoritmos Genéticos

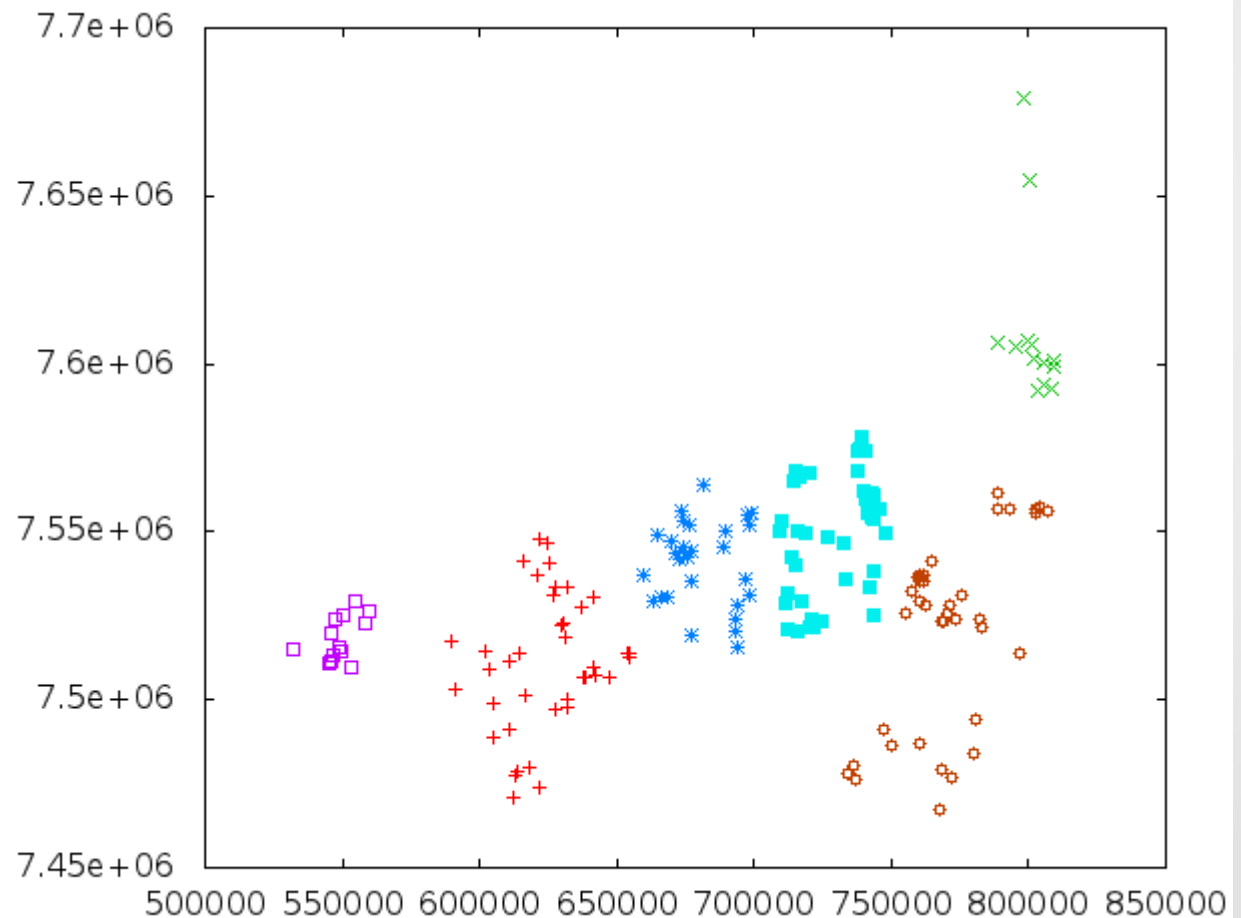
Exemplo

Problema de Agrupamento Automático

K não conhecido

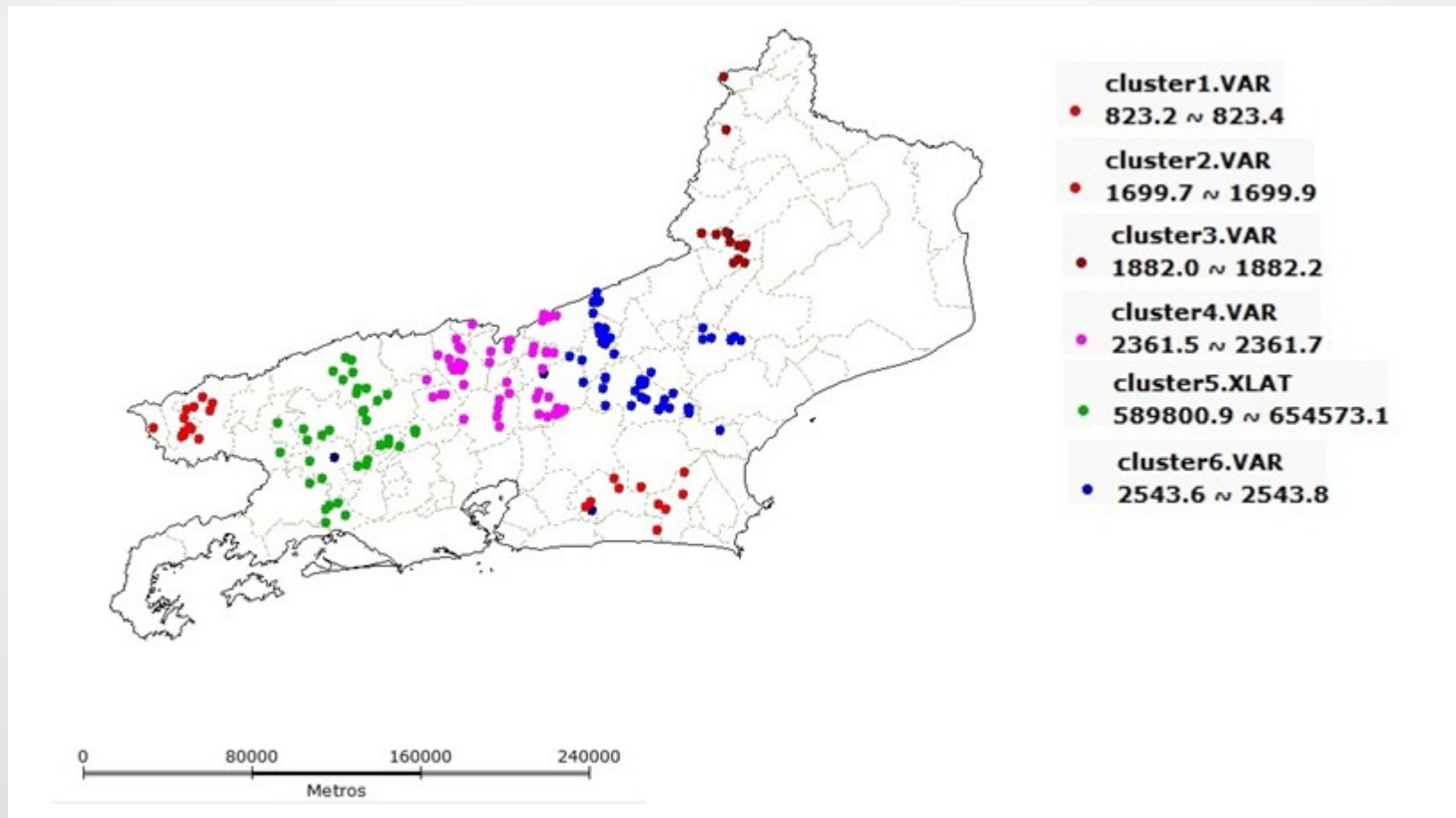
AG

Abelhas



Exemplo

Problema de Agrupamento Automático



Exemplo

Problema de Agrupamento Automático

Aglomerado	Produção anual mel/colmeia (kg)	Prevalência de apiários doentes (%)	Raio médio do aglomerado (km)	Distâncias médias dos apiários (km)
1	13.723	13,3	17,61	0,82
2	10.662	66,6	27,01	1,70
3	13.317	8,6	46,79	1,88
4	7.105	40,0	42,50	2,36
5	9.407	28,7	40,50	2,47
6	7.175	52,0	11,59	2,54

Exemplo

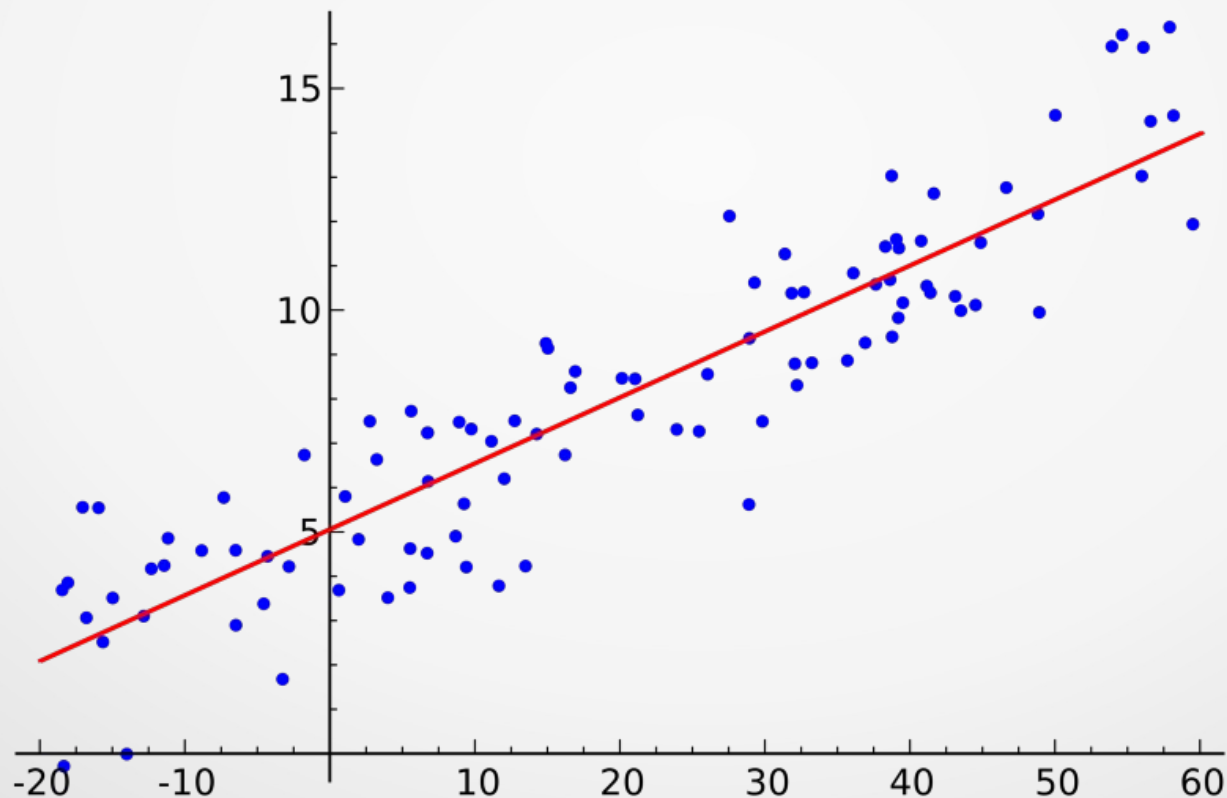
Problema de classificação/Regressão

- Regressão Linear
- Regressão Logística
- K-NN Classified (Vizinho mais próximo)
- Rede Neural Artificial
- Support Vector Machine(SVM)
- Árvore de decisão
- Random Forests
- Ensemble Methods
- Gradiente Tree Boosting

Exemplo

Problema de classificação/Regressão

- Regressão Linear



Exemplo

Problema de classificação/Regressão

- Regressão Logística

$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + e^{-g(x)}}$$

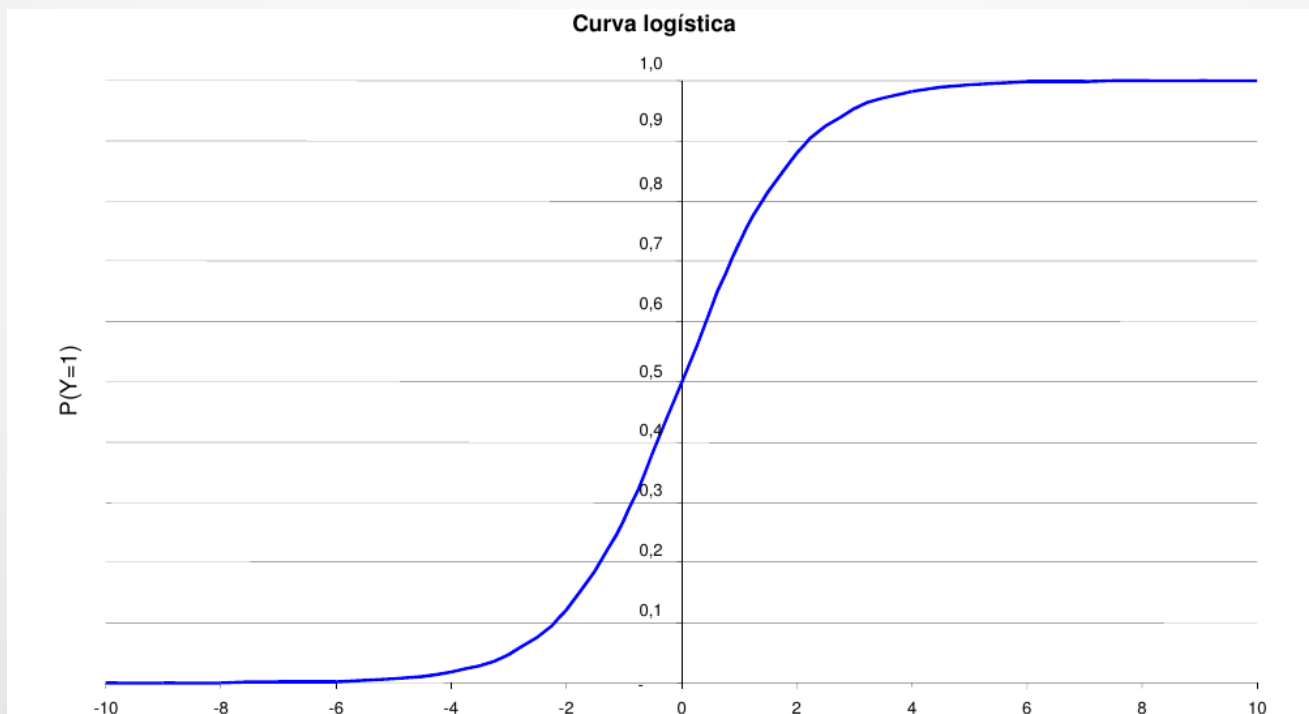
onde,

$$g(x) = B_0 + B_1X_1 + \dots + B_pX_p$$

Exemplo

Problema de classificação/Regressão

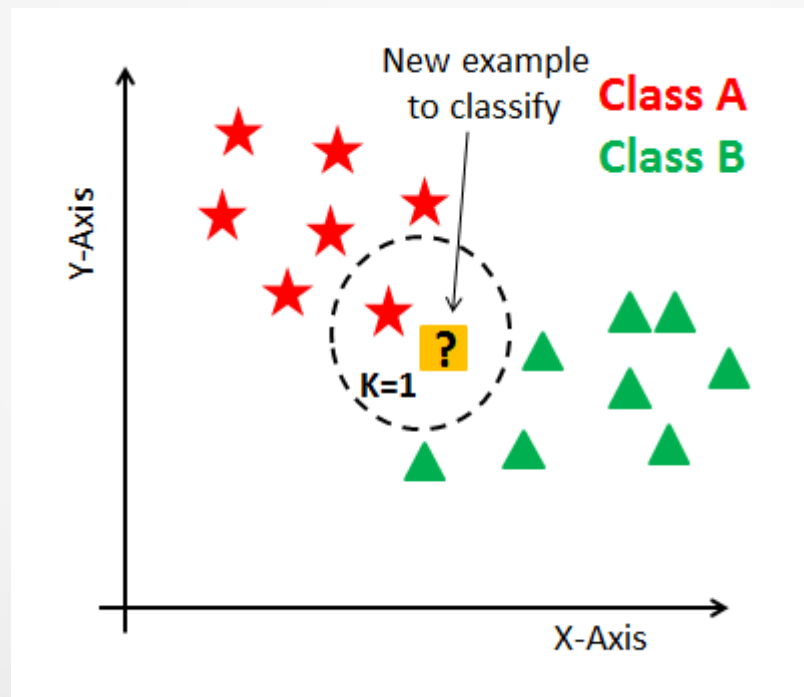
- Regressão Logística



Exemplo

Problema de classificação/Regressão

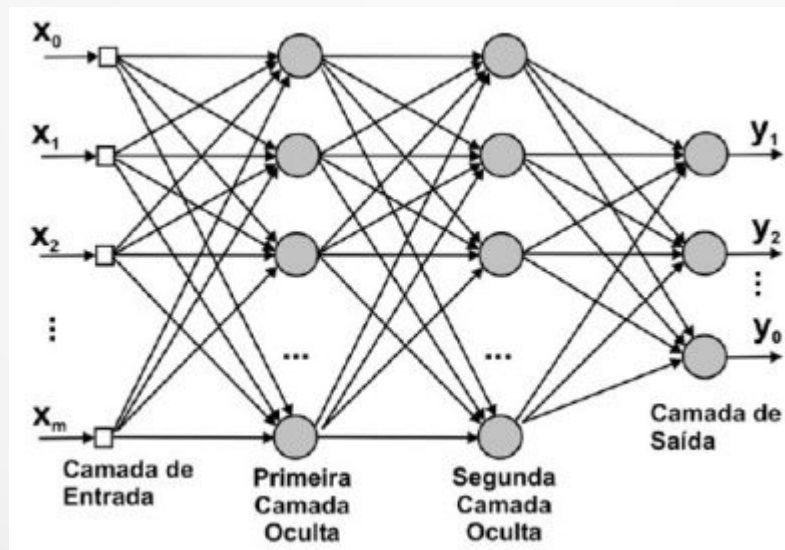
- K-NN Classified (Vizinho mais próximo)



Exemplo

Problema de classificação/Regressão

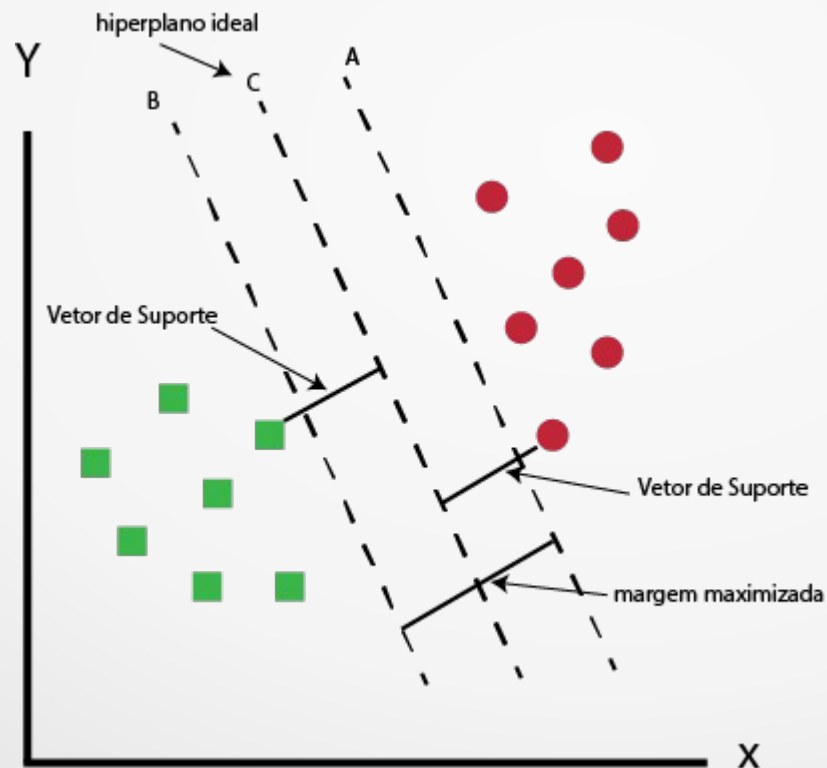
- Rede Neural Artificial



Exemplo

Problema de classificação/Regressão

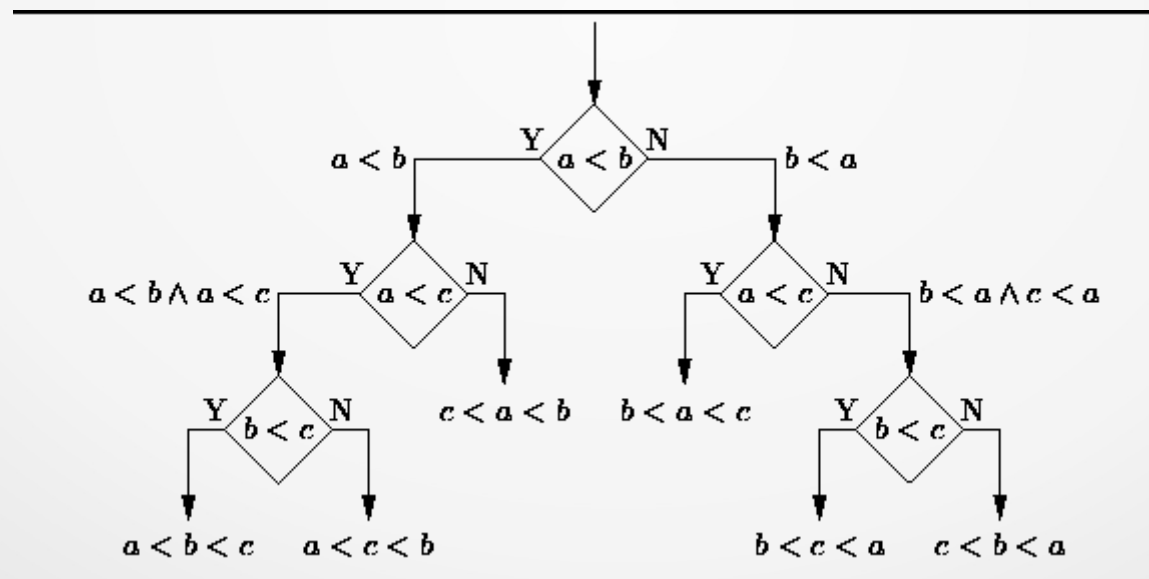
- Support Vector Machine



Exemplo

Problema de classificação/Regressão

- Árvore de decisão

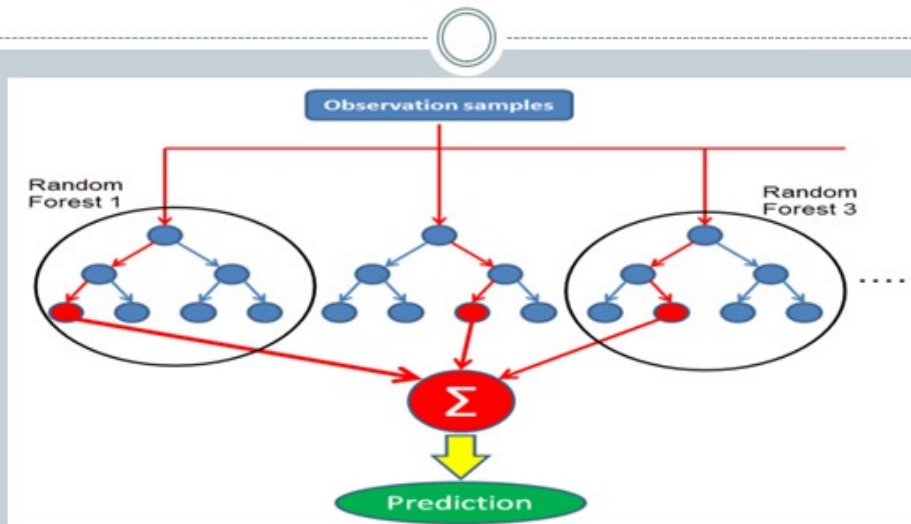


Exemplo

Problema de classificação/Regressão

- Random Forests

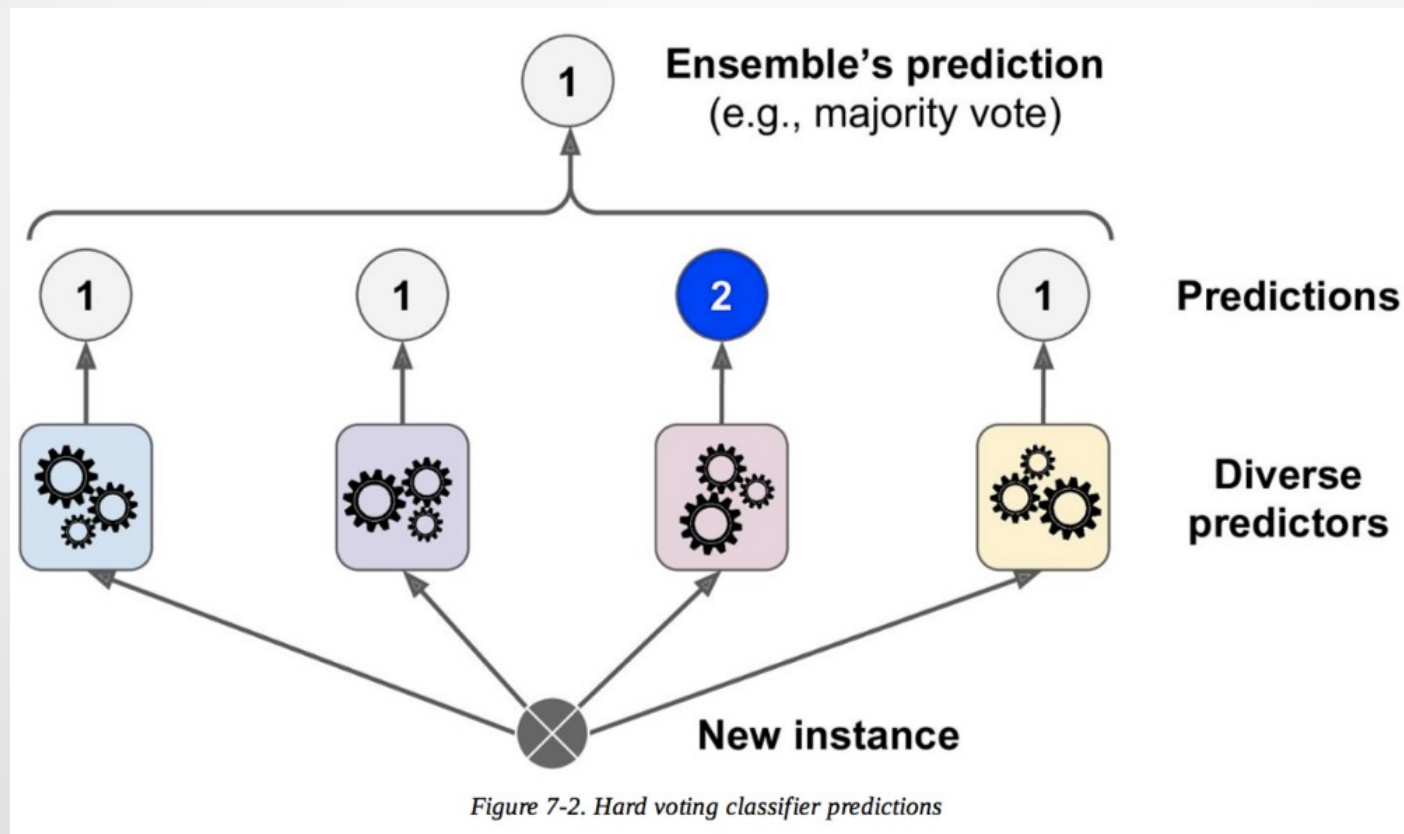
Chapter 5 : Random Forest Algorithm



Exemplo

Problema de classificação/Regressão

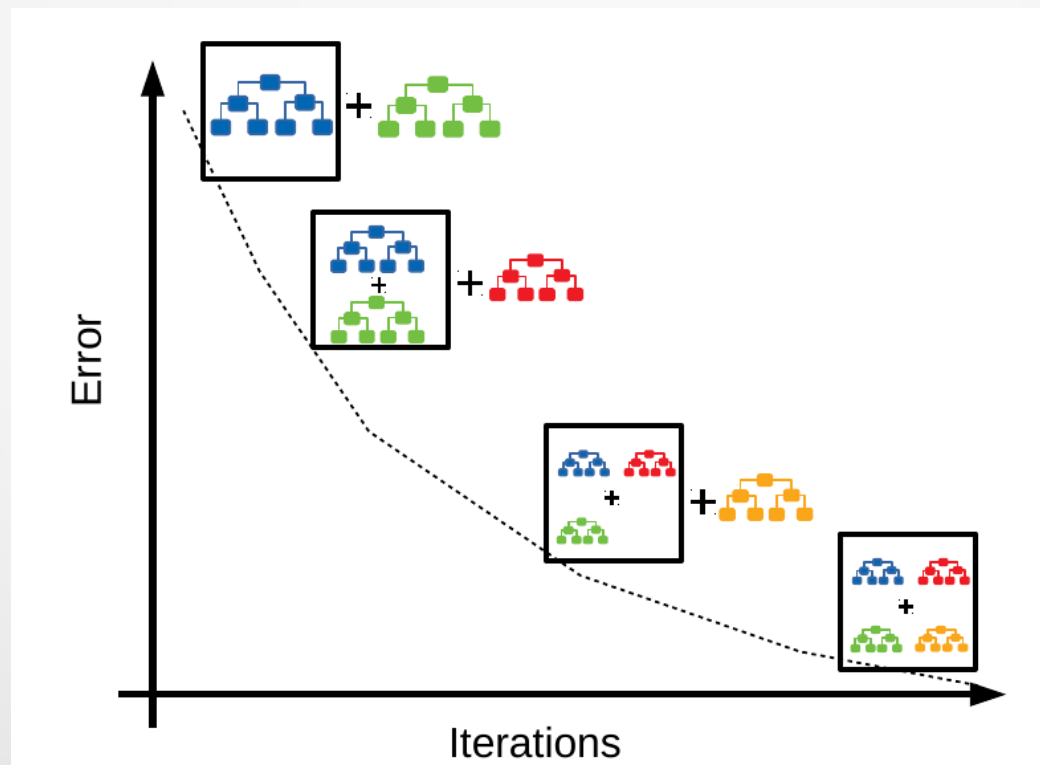
- Ensemble Methods



Exemplo

Problema de classificação/Regressão

Gradiente Tree Boosting



Inteligência Artificial

Aspectos Gerais da Inteligência Artificial

→ Paradigma Simbolista

- Métodos de Busca.
- Sistemas especialistas.

→ Paradigma Conexionista,

- Lógica Nebulosa,
- Algoritmos Genéticos,
- Aprendizado de Máquina.

Inteligência Artificial

- Os seres humanos são máquinas híbridas de processamento de informações. Nossas ações são governadas pela combinação de informações genéticas, testadas durante milhões de anos de evolução, e de várias outras adquiridas através do aprendizado.
- O aprendizado consiste de uma variedade de processos que utilizam informações adquiridas através da interação do indivíduo com o meio.

Inteligência Artificial

- Inteligência artificial (Artificial Intelligence - A.I., em inglês) é um ramo de pesquisa da Ciência da Computação que se ocupa em desenvolver mecanismos e dispositivos tecnológicos que possam simular o raciocínio humano, ou seja, a inteligência que é característica dos seres humanos.
- Isso implica em perceber variáveis, tomar decisões e resolver problemas. Enfim, operar em uma lógica que remete ao raciocínio.

Inteligência Artificial

- Segundo o dicionário Michaelis:
- **Inteligência** é a “faculdade de **entender, pensar, raciocinar e interpretar**”. Ou o “conjunto de funções mentais que facilitam o entendimento das coisas e dos fatos”.
- “**Artificial**” é algo que foi “produzido por arte ou indústria do homem e não por causas naturais”.
- Habilidade de aproveitar a eficácia de uma situação e utilizá-la na prática de outra atividade
- Capacidade de resolver situações novas com rapidez e êxito, adaptando-se a elas por meio do conhecimento adquirido.

Sistemas Inteligentes

- Sistemas Inteligentes são modelos de computação que tentam reproduzir o tipo de processamento de informações realizado pelos seres humanos.
- A solução de problemas como a previsão do tempo, o comportamento do mercado financeiro ou o diagnóstico médico, são atividades complexas onde especialistas treinados apresentam um desempenho muito superior aos sistemas automatizados.

Sistemas Inteligentes

- Isto ocorre porque a busca da solução costuma envolver a utilização de um conjunto de regras, normalmente construídas a partir de observações de situações diversas.
- Esse conjunto de regras formam o que se poderia chamar de **experiência**.

Sistemas Inteligentes

- Progressos importantes já foram obtidos nas mais diversas áreas de aplicação, como :
 - a percepção visual ou de fala,
 - a compreensão de linguagem natural,
 - a diagnose médica,
 - a análise química,
 - a otimização.
- Muitos produtos industriais que utilizam tecnologia inteligente também já estão sendo comercializados, como é o caso dos eletrodomésticos e automóveis.

Sistemas Inteligentes

- Modelos inteligentes mais comuns:
 - Sistemas Baseados em Conhecimento
 - Sistemas Especialistas
 - Redes Neurais Artificiais
 - Lógica Nebulosa
 - Algoritmos Genéticos.

Histórico Resumido

- 1889 - H. Hollerith - Calculadora.
- 1935 - Konrad Zuse - Calculadora eletrônica.
- 1946 - Von Neuman - Computador moderno.
- 1956 - J. McCarthy (Darthmouth) – IA.
- 60's - Euforia com IA; Decepções com modelos neurológicos.
- 70's - vários tipos de sistemas especialistas; abandono dos modelos biológicos; algoritmos genéticos (John Holland); lógica nebulosa.
- 80's - ressurgimento das redes neurais; popularização dos sistemas especialistas; sistemas híbridos.

Panorama Atual

- Quando de seu início, a IA foi alvo de muitas expectativas não correspondidas.
- Com o surgimento das Redes Neurais, da Lógica Nebulosa e dos Algoritmos Genéticos, que apresentam ótimos desempenhos em aplicações bastante complexas e diversas, uma nova luz surgiu no campo da Inteligência Artificial.

Panorama Atual

- Atualmente, além da comunidade científica, a pesquisa e o desenvolvimento de sistemas inteligentes é também alvo de interesse da indústria de informática.
- Estamos experimentando uma nova onda de progresso nessa área, com a disseminação de produtos que utilizam essa tecnologia. Exemplos?

Problemas Básicos

- De que forma o conhecimento é expresso?
- Qual linguagem usar para representar o conhecimento?
- Como formar uma base de conhecimento suficiente para compreensão do domínio do problema?
- Como realizar inferências automaticamente?
- Como proceder na presença de informações incompletas ou incorretas?
- Como agregar conhecimento?

Características do Conhecimento

- Ao contrário dos dados simples, o conhecimento humano é organizado, volumoso e difícil de caracterizar.
- Está em constante mudança.
- É individual e depende de interpretação.
- Pode ser dividido em conhecimento de senso comum (enxergar, falar, ouvir, reconhecer, perceber) e conhecimento de saber especializado (jogos, cálculos matemáticos e problemas específicos de Engenharia, Medicina, Economia, Direito, etc.).
- Possibilita o desenvolvimento da inteligência.

Características do Conhecimento

- Em IA, existem duas abordagens principais: IA simbólica e IA conexionista, ou ainda, **Paradigma Simbolista e Paradigma conexionista**.
- No **Paradigma Simbolista**, os mecanismos efetuam transformações utilizando símbolos, letras, números ou palavras. Simulam, portanto, o raciocínio lógico por trás das linguagens com as quais os seres humanos se comunicam uns com os outros.
- O **Paradigma conexionista** se inspira no funcionamento de nossos neurônios, simulando portanto, os mecanismos do cérebro humano.

Paradigma Simbolista

- Esse paradigma utiliza sistemas baseados em conhecimento (SBC), que funcionam baseados em algoritmos de buscas (buscas em tabelas, árvores de decisão, busca heurística, sistemas baseados em regras, etc.).
- Lidam com conhecimento explícito representado simbolicamente.
- Reproduzem o processo de decisão de um especialista através da transferência de expertise do homem para o computador, dentro de algum domínio específico.

Paradigma Simbolista

- A mente é um processador simbólico.
- Processar = criar, transformar, remover símbolos.
- A mente é centralizada e sequencial.
- A inteligência é medida pela capacidade de solucionar problemas.
- Os operadores transformam símbolos sucessivamente, até que a solução seja atingida:
- gero um símbolo => aplico um operador => gero um símbolo => aplico um operador => ...

Sistemas Especialistas

- Utilizam regras de produção como uma outra forma de representar o conhecimento:
SE <condição> ENTÃO <ação>
- Sistemas baseados em regras já foram os mais populares sistemas inteligentes, com aplicações nas mais diversas áreas.
- As regras são uma forma de representação do conhecimento bastante próxima da forma humana de expressá-lo.

Paradigma Conexionista

- Suas principais características são: capacidade de generalização, paralelismo, memória distribuída e aprendizado autônomo.
- São capazes de aprender através de treinamento e generalizar o conhecimento adquirido.
- Porém, não justificam suas decisões, tornando sua aplicação inaceitável em algumas áreas.

Redes Neurais Artificiais

- **Uma Rede Neural Artificial (RNA)** é um sistema de processamento de informação inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento através da experiência;
- Utiliza um sistema que possui circuitos que simulam o cérebro humano, inclusive seu comportamento, ou seja, aprendendo, errando e fazendo descobertas ;
- Os modelos neurais artificiais oferecem um paradigma atrativo, pois “aprendem” a resolver problemas através de exemplos ;

Redes Neurais Artificiais

→ Vantagens:

- Processam a informação de forma paralela e distribuída.
- Aprendem com treinamento.
- Generalizam o conhecimento.

→ Desvantagens:

- Não justificam decisões.
- Funcionam como uma caixa-preta.

Redes Neurais Artificiais

- Algumas aplicações:
 - reconhecimento de padrões: fala, sinais de radar e sonar, imagens, ICR, etc.
 - Previsões: índices do mercado financeiro, previsão de séries temporais, meteorologia, etc.
 - Classificação: diagnóstico médico, classificação de amostras.

Algoritmos Genéticos

- Consistem de um método de solução de problemas através da aplicação de princípios da teoria da evolução genética.
- Mantém uma população de estruturas do conhecimento, que representam candidatos à solução, evoluindo no tempo através de competição e variações controladas.

Algoritmos Genéticos

- São algoritmos de otimização global, baseados nos mecanismos da seleção natural e da genética.
- Empregam uma estratégia de busca paralela e estruturada, voltada em direção ao reforço da busca de pontos de "alta aptidão".
- Exploram informações históricas para encontrar novos pontos de busca, onde são esperados melhores desempenhos, através de processos iterativos, onde cada iteração é chamada de geração.

Algoritmos Genéticos



Lógica Nebulosa (Fuzzy)

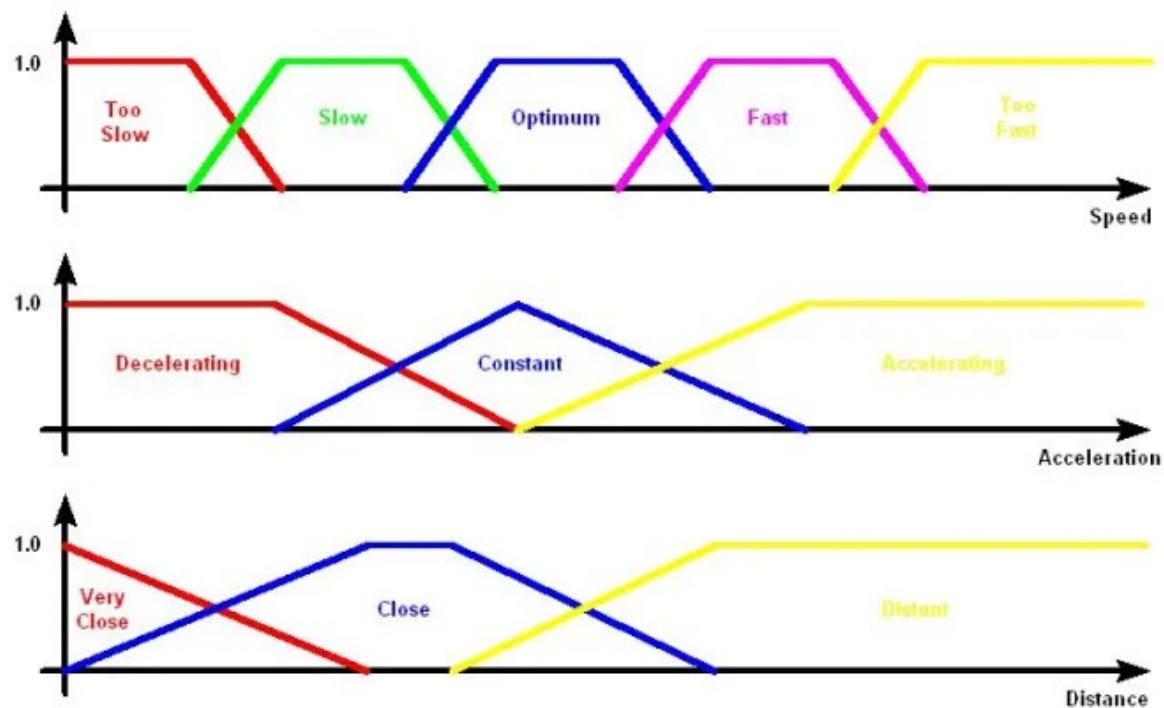
- Possuem a capacidade de processar dados inexatos ou parcialmente corretos.
- A Lógica Nebulosa é uma forma elegante e altamente eficaz de solucionar problemas, pois sistemas construídos com base neste paradigma são mais compactos e baratos que aqueles que utilizam soluções convencionais.

Lógica Nebulosa (Fuzzy)

- Forma de processamento:
 - Nebulização das variáveis de entrada,
 - Processo de inferência,
 - Desnebulização das variáveis de saída.
- Algumas aplicações:
 - Sistemas de controle (aeronaves, máquinas, robótica, operação do metrô, elevadores),
 - Análise do mercado de ações,
 - Classificação de dados.

Lógica Nebulosa (Fuzzy)

Fuzzy Logic Example



Sistemas Híbridos

- Sistemas que combinam diferentes técnicas e modelos de implementação, sejam elas inteligentes ou não, de forma a superar as limitações individuais de cada uma.
- Possibilitam a criação de sistemas com múltiplas capacidades de processamento, agregados em uma única arquitetura.