

Aprendizado de Máquina - Introdução



A presença do Aprendizado de Máquina em nossas vidas

Você sabia?

O aprendizado de máquina se faz presente quando:

- Fazemos buscas na Internet (Google, Bing, Baidu)
→ O algoritmo busca elencar quais são os resultados mais relevantes levando em conta os termos que você usou para fazer a busca.

The screenshot shows a Google search interface. The search bar contains the text "Como correr uma maratona?". Below the search bar, there are tabs for "Todas", "Videos" (which is selected), "Notícias", "Imagens", "Shopping", "Mais", and "Ferramentas". The search results show approximately 106,000 results in 0.26 seconds. The first result is from YouTube, titled "8 DICAS para CORRER MARATONA - YouTube", with a thumbnail showing a person running and the text "42k 8 DICAS CORRER MARATONA". The second result is from kamelturismo.com.br, titled "Como treinar para uma maratona? É difícil? Veja 11 dicas", with a thumbnail showing a man and the text "10 DICAS PARA SUA PRIMEIRA MARATONA". The third result is from YouTube, titled "Como treinar para uma maratona - 42km - YouTube", with a thumbnail showing a man and the text "SUA PRIMEIRA MARATONA".

Google

Como correr uma maratona?

Todas Videos Notícias Imagens Shopping Mais Ferramentas

Aproximadamente 106.000 resultados (0,26 segundos)

www.youtube.com › watch

8 DICAS para CORRER MARATONA - YouTube

Qual sua estratégia para correr 42k? Se você está se preparando para **correr uma maratona**, assista esse vídeo com 8 dicas p...

YouTube · Escola de Corrida de Rua · 15 de dez. de 2021

kamelturismo.com.br › como-treinar-para-maratona

Como treinar para uma maratona? É difícil? Veja 11 dicas

Quer saber como treinar para uma **maratona**? Possuir uma base de treinos, fazer uma periodização, ter tempo, envolver a fami...

Kamel Turismo · Programa Fôlego · 4 de jun. de 2019

www.youtube.com › watch

Como treinar para uma maratona - 42km - YouTube

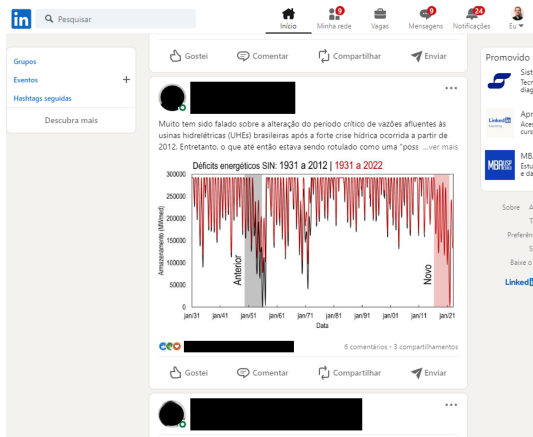
Importantes dicas para você saber como treinar para uma **maratona** com saúde, segurança e conforto. Veja essa aula...

A presença do Aprendizado de Máquina em nossas vidas

Você sabia?

O aprendizado de máquina se faz presente quando:

- Navegamos nas redes sociais (Instagram, TikTok, YouTube)
→ Levando em conta os amigos que você já tem, quais são as outras pessoas que você provavelmente também gostaria seguir



Você sabia?

O aprendizado de máquina se faz presente quando:

- Usamos serviços de Streaming (Netflix, HBO, Star +)
→ Levando em conta o seu perfil de consumo, qual série/filme você provavelmente teria interesse em assistir?



Você sabia?

O aprendizado de máquina se faz presente quando:

- Solicitamos algo aos assistentes comandados por voz (Alexa, Google, Siri, etc)
→ O algoritmo é capaz de reconhecer padrões de voz etc.



Você sabia?

O aprendizado de máquina se faz presente quando:

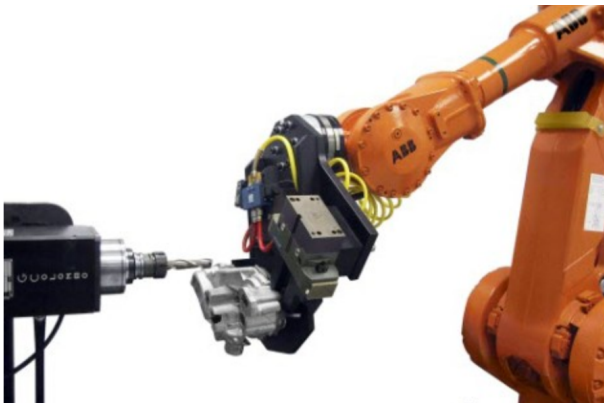
- Quando você recebe um e-mail dizendo que ganhou R\$ 1.000.000
→ Seu gerenciador de e-mails vai provavelmente classificar esse e-mail como SPAM



Você sabia?

O Aprendizado de Máquina também encontra diversas **aplicações na indústria:**

- Simulação e identificação de sistemas dinâmicos
- Otimização e controle de processos industriais por meio de algoritmos inteligentes
- Monitoramento automático de sinais vitais de pacientes internados em hospitais



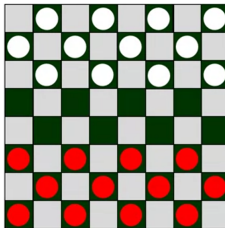
Aprendizado de Máquina = Aprendizagem de Máquina = Machine Learning = ML

Definição de Aprendizado de Máquina

Definição atribuída à Arthur Samuel (1959):

"É a área da ciência que busca fazer com que computadores sejam capazes de aprender sem terem sido explicitamente programados"

Na época, ele programou um computador para que ele aprendesse a jogar Damas de forma autônoma.



Como ele fez isso?

- Ele fez com que o computador jogasse milhares de partidas contra ele mesmo e aprendesse quais jogadas levariam à vitória (boas jogadas) e quais jogadas levariam à derrota (jogadas ruins).
- Com esse treinamento, o computador adquiriu a habilidade de jogar Damas melhor que o próprio Arthur.

Pergunta:

Se o programa de Arthur Samuel tivesse treinado com base em apenas 10 partidas de Damas contra ele mesmo, como sua performance seria afetada?

- A) Sua performance melhoraria
- B) Sua performance pioraria

Definição informal de Aprendizado de Máquina:

"É a área da ciência que busca fazer com que computadores (máquinas) sejam capazes de aprender sem terem sido explicitamente programados"

Definição informal de Inteligência Artificial (IA):

"É a área da ciência que busca fazer com que computadores pareçam ter inteligência humana"

- Em muitos casos, aprendizado de máquina é tido como sendo uma subárea da IA.
- Outras vezes, são considerados sinônimos

A ciência de dados como um todo é uma área que apresenta hoje um nível relativamente alto de oportunidades de trabalho

Motivos:

- Diversas empresas conseguem alavancar fortemente seus negócios quando passam a processar dados de clientes e entender melhor seu comportamento → Exemplo: redes sociais.
- Isso é possível devido ao excesso de dados disponíveis

Observações:

- Não é simples tirar conclusões úteis a partir dos dados disponíveis
- Ensinar um computador a tirar essas conclusões de forma autônoma não é trivial.
- A pesquisa na área do Aprendizado de Máquina e IA também vive uma época bastante promissora

Tipos de algoritmos de Aprendizado de Máquina

Os principais tipos de algoritmos de aprendizado de máquina são

- Algoritmos de Aprendizado Supervisionado → São o tipo de algoritmo que mais estudaremos nessa disciplina!
- Algoritmos de Aprendizado Não Supervisionado
- Algoritmos de Aprendizado por Reforço
- Sistemas de Recomendação

Observação 1:

Algoritmos de Aprendizado de Máquina são como **ferramentas**. Não adianta conhecer uma ferramenta, mas não saber como usa-la apropriadamente

Observação 2:

Por isso também falaremos bastante aqui sobre dicas de como usar de forma apropriada os algoritmos de aprendizado de máquina

Observação:

Como algoritmos de ML são ferramentas, como qualquer outra ferramenta você pode fazer um bom uso ou um mal uso.

Nesse contexto, você dois papéis

- Papel de consumidor de algoritmos de ML → esse papel nós já exercemos faz tempo.
- Papel de desenvolvedor de algoritmos de ML

Aprendizado Supervisionado

Definição:

Algoritmos de Aprendizado Supervisionado são algoritmos que aprendem mapeamentos do tipo

$$X \rightarrow y$$

onde:

- X é a entrada
- y é o rótulo de saída

Ideia:

- Você alimenta seu algoritmo com **diversas amostras** que contêm as "**respostas corretas**" acerca do mapeamento $X \rightarrow y$ em questão. Em outras palavras, você alimenta seu algoritmo com amostras x_i que levam aos rótulos y_i corretos.
- Sabendo que essas amostras contêm essas respostas corretas, o algoritmo buscará **aprender** qual é o padrão por trás desse mapeamento $X \rightarrow y$.
- Aprendendo esse padrão, caso ele receba uma **nova amostra específica** x_i , ele tentará **adivinhar** qual seria um rótulo apropriado para essa amostra.

Exemplo:

| Entrada (X) | Saída (y) | Aplicação |
|-------------|-------------|----------------|
| Email | Spam? (0/1) | Filtro de SPAM |

| Entrada (X) | Saída (y) | Aplicação |
|--------------------|--------------------------|------------------------|
| Email | Spam? (0/1) | Filtro de SPAM |
| Áudio | Texto transcrito | Reconhecimento de fala |
| Inglês | Espanhol | Algoritmo de tradução |
| Imagem | Posição de outros carros | Carro Autônomo |
| Frequências | Resposta em frequência | Eng. Elétrica |
| Tensão $V_{in}(t)$ | Tensão $V_{out}(t)$ | Eng. Elétrica |
| Dados de PMUs | Operação anômala? (0/1) | Eng. Elétrica |

Definição:

Algoritmos de Aprendizado Supervisionado são algoritmos que aprendem mapeamentos do tipo

$$X \rightarrow y$$

onde:

- X é a entrada
- y é o rótulo de saída

Observação:

Os algoritmos de aprendizado supervisionado podem ser de dois tipos:

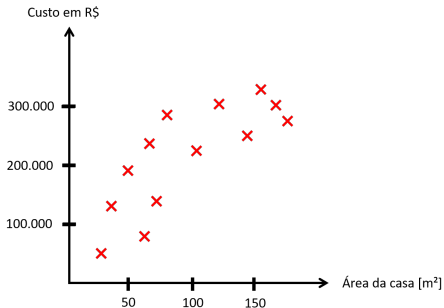
- Algoritmos que realizam **Regressão**, quando y pode assumir infinitos valores distintos
- Algoritmos que realizam **Classificação**, quando assume-se que y pode assumir apenas um conjunto pequeno e finito de valores

Pergunta: Qual tipo de algoritmo deve ser usado para o exemplo abaixo?

| Entrada (X) | Saída (y) | Aplicação |
|-------------|-------------|----------------|
| Email | Spam? (0/1) | Filtro de SPAM |

Regressão: Estimando o valor de casas

Você deseja estimar o valor de uma casa com base em sua área construída e, para isso, você coletou as seguintes amostras:

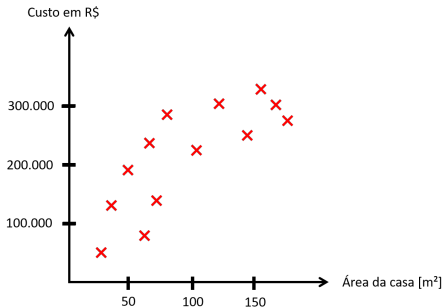


Pergunta:

Quantas amostras você coletou?

Regressão: Estimando o valor de casas

Você deseja estimar o valor de uma casa com base em sua área construída e, para isso, você coletou as seguintes amostras:

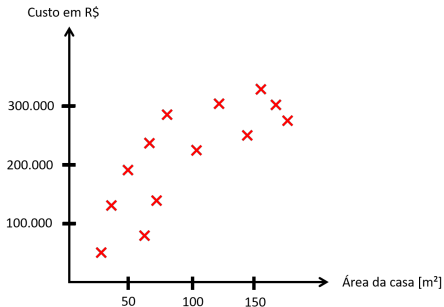


Pergunta:

O que seria um exemplo de amostra $x_i \rightarrow y_i$ para esse caso?

Regressão: Estimando o valor de casas

Você deseja estimar o valor de uma casa com base em sua área construída e, para isso, você coletou as seguintes amostras:

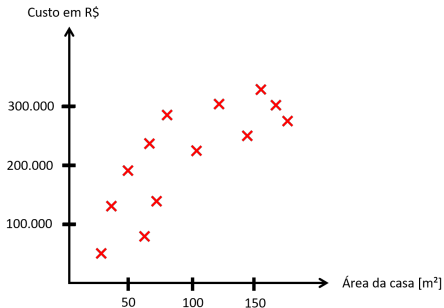


Pergunta:

Seria possível traçar uma reta que aproxima o comportamento dos dados coletados? E um modelo mais complexo?

Regressão: Estimando o valor de casas

Você deseja estimar o valor de uma casa com base em sua área construída e, para isso, você coletou as seguintes amostras:

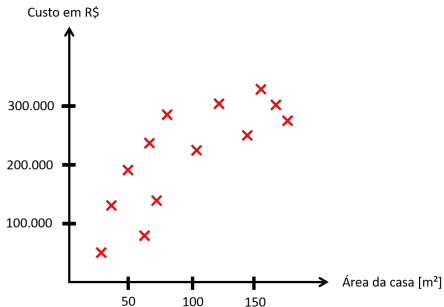


Pergunta:

Você é capaz de estimar qual seria o custo para uma casa de 50 m²? Como refinar essa estimativa?

Regressão: Estimando o valor de casas

Você deseja estimar o valor de uma casa com base em sua área construída e, para isso, você coletou as seguintes amostras:

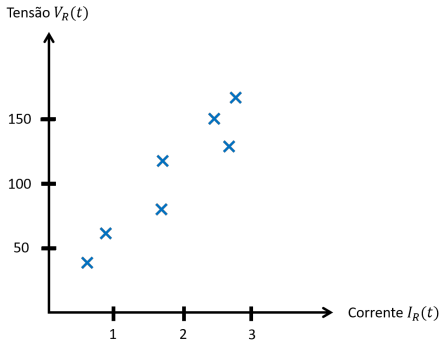


Pergunta:

Por que tal problema consiste num problema de "Regressão"?

Regressão: Estimando tensão em um resistor

Você deseja estimar o valor de tensão de um resistor com base em sua corrente e, para isso, você coletou as seguintes amostras:

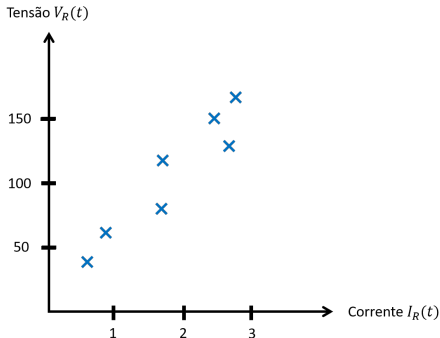


Pergunta:

Quantas amostras você coletou?

Regressão: Estimando tensão em um resistor

Você deseja estimar o valor de tensão de um resistor com base em sua corrente e, para isso, você coletou as seguintes amostras:

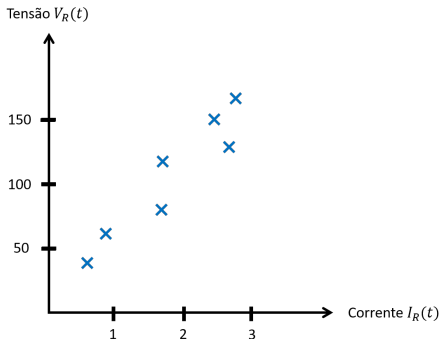


Pergunta:

O que seria um exemplo de amostra $x_i \rightarrow y_i$ para esse caso?

Regressão: Estimando tensão em um resistor

Você deseja estimar o valor de tensão de um resistor com base em sua corrente e, para isso, você coletou as seguintes amostras:



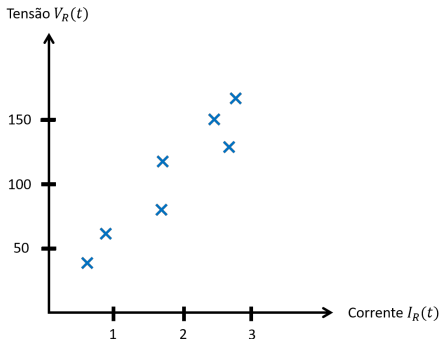
Pergunta:

Seria possível traçar uma reta que aproxima o comportamento dos dados coletados? E um modelo mais complexo?

Dica: Lembre-se da Lei de Ohm.

Regressão: Estimando tensão em um resistor

Você deseja estimar o valor de tensão de um resistor com base em sua corrente e, para isso, você coletou as seguintes amostras:

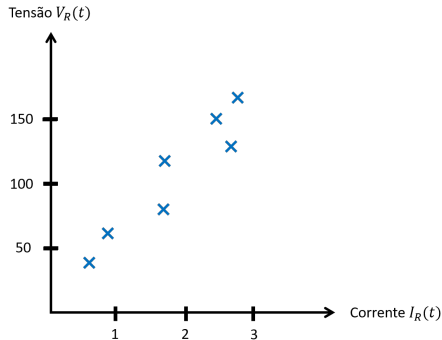


Pergunta:

Você é capaz de estimar qual seria a tensão desse resistor para uma corrente de 1.5 A? Como refinar essa estimativa?

Regressão: Estimando tensão em um resistor

Você deseja estimar o valor de tensão de um resistor com base em sua corrente e, para isso, você coletou as seguintes amostras:

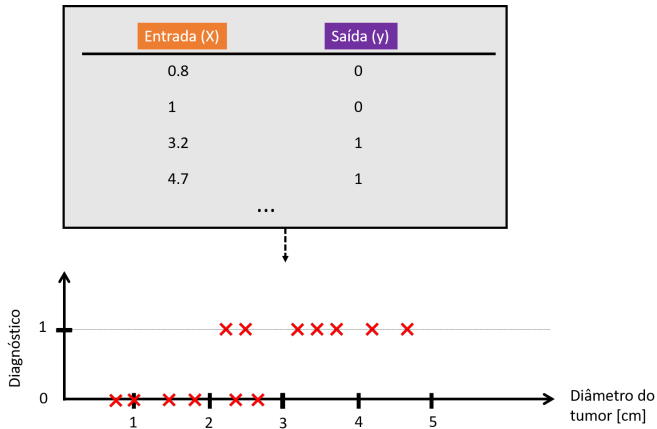


Pergunta:

Por que tal problema consiste num problema de "Regressão"?

Classificação: Detecção de câncer de mama

Você trabalha como Engenheiro de Dados para um hospital que deseja construir um algoritmo capaz de classificar se um tumor é maligno ou benigno com base em seu tamanho.

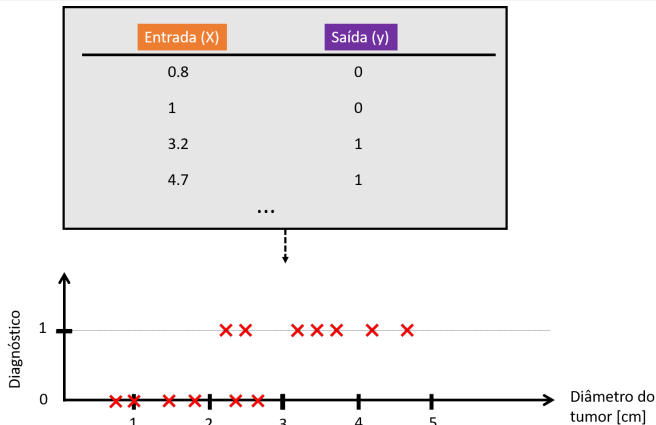


Pergunta:

Qual é a diferença entre Classificação e Regressão?

Classificação: Detecção de câncer de mama

Você trabalha como Engenheiro de Dados para um hospital que deseja construir um algoritmo capaz de classificar se um tumor é maligno ou benigno com base em seu tamanho.

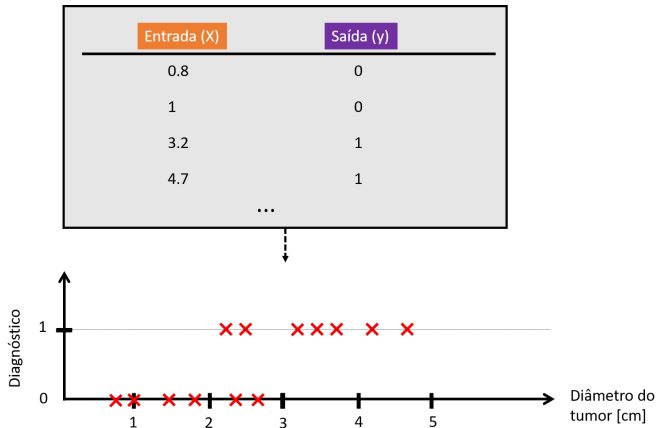


Resposta:

Na classificação, temos um valor finito de categorias possíveis para y . Nesse exemplos, quantas categorias (classes) nós temos?

Classificação: Detecção de câncer de mama

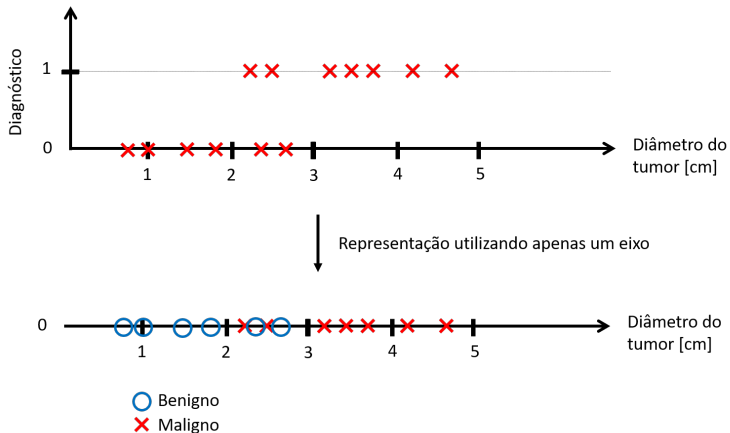
Você trabalha como Engenheiro de Dados para um hospital que deseja construir um algoritmo capaz de classificar se um tumor é maligno ou benigno com base em seu tamanho.



Pergunta:

Quantas amostras temos nesse exemplo? O que seria uma amostra $x_i \rightarrow y_i$?

Classificação: Detecção de câncer de mama

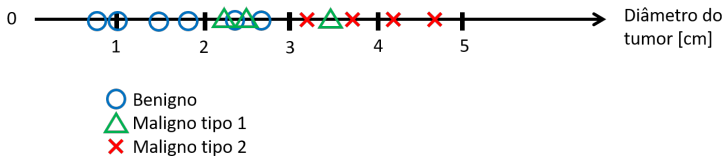


Observação

Para um tamanho de tumor de 2.5 cm, por exemplo, o algoritmo de ML irá retornar qual é a probabilidade desse tumor ser benigno ou maligno.

Classificação: Detecção de câncer de mama

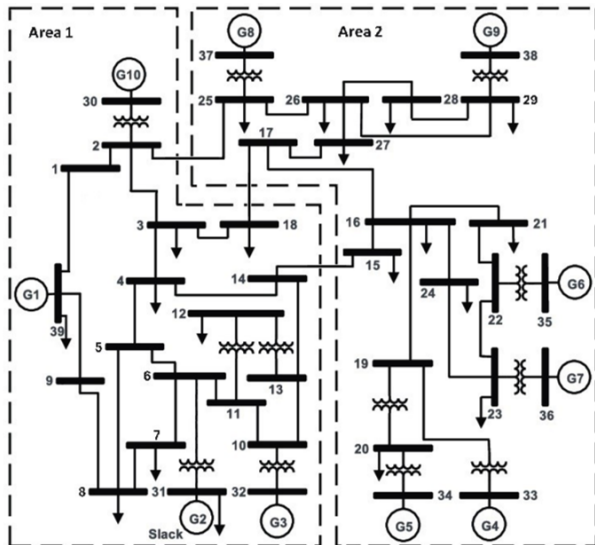
Você aprimorou o algoritmo e agora ele consegue diferenciar duas categorias diferentes de tumores malignos.



Observação

Para um tamanho de tumor de 3 cm, por exemplo, o algoritmo de ML irá estimar qual é a probabilidade desse tumor ser benigno, maligno do tipo 1, ou maligno do tipo 2.

Localização de faltas em sistemas elétricos de potência



Algoritmos de Classificação estimam categorias (classes), ou seja, apenas um pequeno conjunto finito de valores de saída.

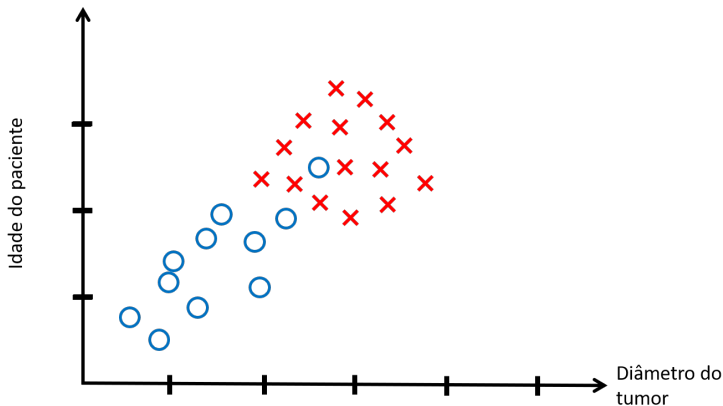
Observação

Em muitas casos, as classes não são originalmente um valor numérico:

- tumor maligno/benigno → podemos representar num formato numérico do tipo 0 ou 1.
- reconhecimento de gatos e cachorros numa imagem com os rótulos 0, 1 ou 2, considerando 0 para ausência desses animais, 1 para presença de gato e 2 para presença de cachorro.

Observações importantes

Podemos pensar num algoritmo com mais de uma entrada de dados:

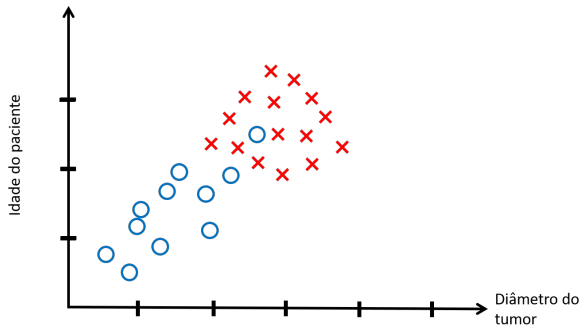


Pergunta:

Quais são as entradas desse problema?

Observações importantes

Podemos pensar num algoritmo com mais de uma entrada de dados:



Observações:

- Nesse caso, o que um algoritmo de aprendizado pode fazer é encontrar uma curva de fronteira que separa os tumores malignos dos benignos.
- Essa curva de fronteira pode auxiliar o médico na questão de classificação do tumor para um paciente específico x_i
- Em um problema real de classificação desse tipo, geralmente um número bem maior de entradas é necessário para que o algoritmo tenha uma taxa de acerto significativa.

Aprendizado Supervisionado

- Considera um mapeamento do tipo entrada $X \rightarrow$ saída y
- Você alimenta seu algoritmo com **diversas amostras** que contêm as “**respostas corretas**”
- O algoritmo buscará **aprender** qual é o padrão por trás do mapeamento $X \rightarrow y$ em questão.
- Aprendendo esse padrão, caso ele receba uma **nova amostra específica** x_i , ele poderá tentar **estimar** qual seria uma saída esperada para essa amostra.
- Algoritmos de Aprendizado Supervisionado podem ser de dois tipos principais: **Regressão** ou **Classificação**.

Regressão

- O algoritmo estima **um número** dentro de um conjunto com infinitos números possíveis (ex: preço de uma casa)

Classificação

- O algoritmo estima **uma classe** (ex: se um tumor é benigno ou maligno)

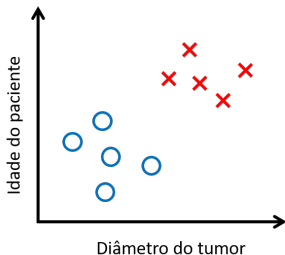
Depois do Aprendizado Supervisionado, o Aprendizado **Não** Supervisionado é o tipo de algoritmo de ML mais utilizado.

Começaremos aqui com uma comparação entre essas duas formas de Aprendizado de Máquina

Aprendizado Supervisionado *versus* Não Supervisionado

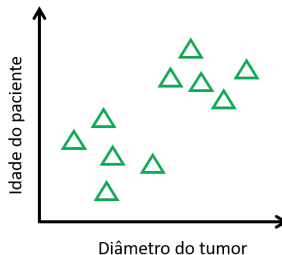
Aprendizado Supervisionado

Algoritmo aprende conhecendo
“respostas corretas”



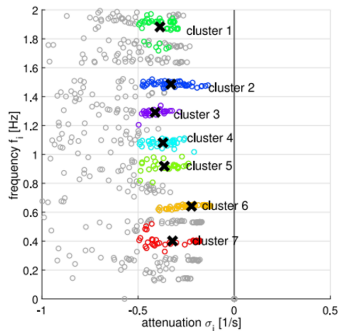
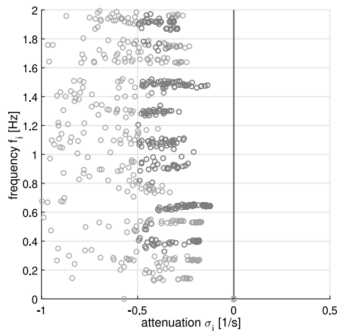
Aprendizado Não Supervisionado

Algoritmo aprende sem conhecer as
“respostas corretas”



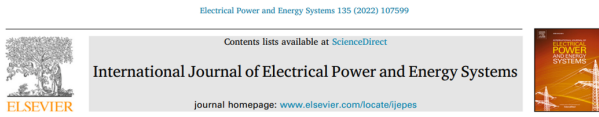
- No aprendizado Não Supervisionado o algoritmo busca, por ele mesmo, reconhecer padrões ou possíveis estruturas presentes nos dados
- Nesse exemplo, pode ser que o algoritmo decida que existem dois diferentes grupos de dados (*clusters*) → indicação de dois tipos diferentes de tumor
- Algoritmos de Clusterização são um tipo de Algoritmo de Aprendizado Não Supervisionado (existem diversos outros)

Estimando oscilações presentes em sinais de Sistemas Elétricos de Potência



Pode auxiliar no processo de monitoramento em tempo real da **estabilidade** do sistema.

Link para o artigo: <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2021.107599>



Clustered R3LS: A novel approach for online estimation of power system dominant dynamics

Ricardo Schumacher*, Gustavo H.C. Oliveira, Roman Kuiava

Department of Electrical Engineering, Federal University of Paraná, 81531-980, Curitiba, Brazil

ARTICLE INFO

Keywords:

Autoregressive moving average processes
Power system monitoring
Electromechanical modes
Power system stability
Recursive estimation
K-means algorithms

ABSTRACT

Estimating electromechanical oscillations of power systems plays a crucial role to infer about their stability. In this paper it is proposed a new method in which dominant dynamics of power systems are inferred by analyzing pole estimates produced by several regularized robust recursive least squares (R3LS) implementations operating individually — each one with a different set of autoregressive moving average exogenous (ARMAX) model orders. The proposed method is named “Clustered R3LS”, since it properly adapts the so-called K-means clustering algorithm to automatically model regions of pole agglomeration produced by these individual R3LS implementations. An additional strategy for ignoring (discarding) poles identified as spurious is also part of the proposed Clustered R3LS algorithm. From a practical point of view, Clustered R3LS is here shown to more

Ideia:

- Os dados contêm apenas as entradas X , e não contêm os rótulos de saída y .
- O algoritmo busca encontrar uma **estrutura** nos dados.

Exemplos de Algoritmos

- Clusterização (Agrupa amostras de dados com similaridade)
- Detecção de anomalias (Busca amostras de dados destoantes) → Ex: transações financeiras suspeitas
- Redução de dimensionalidade (Busca comprimir dados usando menos números)

Of the following examples, which would you address using an unsupervised learning algorithm? (Check all that apply.)

- ☐ Given a set of news articles found on the web, group them into sets of articles about the same stories.
- ☐ Given email labeled as spam/not spam, learn a spam filter.
- ☐ Given a database of customer data, automatically discover market segments and group customers into different market segments.
- ☐ Given a dataset of patients diagnosed as either having diabetes or not, learn to classify new patients as having diabetes or not.

Fonte: **Machine Learning Specialization**, *deeplearning.ai*, Stanford Online, Coursera.org.

Pergunta:

Vimos que algoritmos de ML possuem diversas potencialidades. Porém, como fazemos para implementá-los na prática?

Resposta:

Fazemos isso utilizando programação de códigos.

Observação: Dentre uma quantidade bastante grande de linguagens de programação disponíveis para esse fim, nós usaremos **Python**.

Pergunta:

Como programar em Python?

Resposta:

Existem algumas possibilidades e ambientes de programação conhecidos:

- Spyder
- Jupyter Notebook
- Google Colab

Caso você opte por instalar o **Jupyter Notebook** no seu PC/laptop, você poderá rodar os códigos mesmo não estando conectado à Internet.

Passo-a-passo para instalação do Jupyter Notebook

- Instale o ambiente Anaconda no seu computador → <https://www.anaconda.com/>
- Usando o menu iniciar, procure por "Jupyter". Abra e comece a programar em Python.

Também é possível abrir os códigos que trabalharemos nessa disciplina por meio do **Google Colab** (requer conexão à Internet).

Passo-a-passo para programar usando o Google Colab

- Acesse <https://colab.research.google.com/>
- Abra um arquivo e comece a programar em Python.

Vamos agora ver o nosso primeiro código:

Nome do arquivo que trabalharemos agora

codigo - Introdução Jupyter e Python.ipynb

Parte 1

Rode todo o “codigo - Introdução Jupyter e Python.ipynb” sem fazer qualquer tipo de alteração. Certifique-se de que você o compreendeu.

Parte 2

- 1) Pense num problema real onde existe a necessidade de desenvolvimento de um algoritmo de Aprendizado de Máquina.
- 2) Trata-se de um problema de aprendizado Supervisionado ou Não Supervisionado?
- 3) Caso seja um problema de aprendizado Supervisionado, trata-se de um problema de Regressão ou Classificação?
- 4) Quais serão os dados que você utilizará para alimentar o seu algoritmo?