

# Pré-processamento

Prof. Jefferson T. Oliva

Reconhecimento de Padrões (RC18EE)

Engenharia de Computação

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação (PPGEEC)

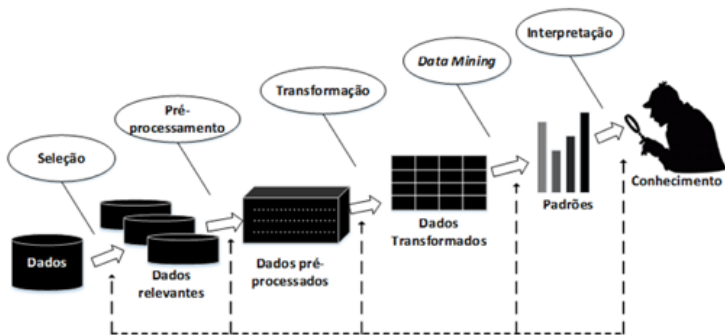
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Campus Pato Branco

# Sumário

- Amostragem de Dados
- Limpeza de Dados
- Transformação de Dados
- Desbalanceamento

# Introdução



- Pré-processamento é uma das fases essenciais de um projeto de aprendizado de máquina e é aplicado para diversas finalidades
  - Amostragem
  - Limpeza
  - Lidar com desbalanceamento
  - Transformação

# Introdução

- No pré-processamento também inclui:
  - Redução da dimensionalidade\*
  - Seleção de atributos\*
- Maldição da dimensionalidade
- A etapa de pré-processamento pode ser a mais demorada na mineração de dados

## Amostragem

# Amostragem

- Alguns métodos de aprendizado podem apresentar dificuldades para lidar com número grande de exemplos, como o k-vizinhos mais próximos (KNN - *k-nearest neighbors*)
- Quanto maior é a quantidade de dados, mais tempo será necessário para treinar um modelo preditivo
- Também, um conjunto muito pequeno pode não ser suficiente para o treinamento de um modelo eficiente
- Se as amostras não forem representativas, o modelo resultante pode não representar o problema real

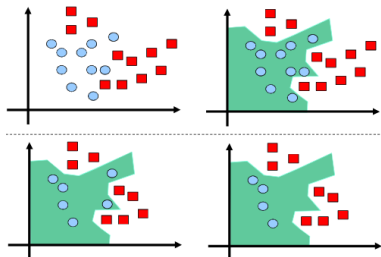
# Amostragem

- É aconselhável que, além do conjunto de amostras não seja grande, os dados obedeça a mesma distribuição estatística do conjunto a partir do qual foi gerado
  - Por exemplo, a média de cada um dos atributos das amostras selecionadas deve ser próxima quando comparada à média do conjunto original
- Métodos de amostragem estatística
  - Aleatória simples
  - Estratificada
  - Progressiva



# Amostragem

- Amostragem aleatória simples
  - Cada elemento é selecionado de forma aleatória
  - Amostragem com reposição
  - Amostragem sem reposição



# Amostragem

- Amostragem estratificada

- As amostras são selecionadas de forma balanceada por classe
  - Por exemplo: caso um conjunto original tenha 70% de dados de classe A e 30% de classe B, após a amostragem, o conjunto de exemplos selecionados terá a mesma proporção (70/30)
  - Pode acarretar em modelos tendenciosos (favorecimento da classe majoritária)

- Amostragem progressiva

- Começa com um conjunto de pequeno de amostras
- No decorrer da aplicação, o conjunto aumenta progressivamente

## Limpeza de Dados

# Limpeza de Dados

- Geralmente, os dados não são gerados em formato adequado para a aplicação de métodos de aprendizado de máquina
- Para o melhor desempenho de algoritmos de aprendizado de máquina, é geralmente desejável que os dados estejam "limpos"
  - Entra lixo, sai lixo
  - Correção de problemas nos dados
    - Ruídos
    - Anomalias (*outliers*)
    - Valores ausentes
    - Valores inconsistentes
    - Valores redundantes

# Limpeza de Dados

- Ruídos

- Possuem valores (erros) diferentes do esperado
- Podem ser causados por problemas nos equipamentos de coleta, transmissão e/ou armazenamento
- Outras causas: falha humana, má fé na coleta, falhas no processo de medição
- Alguns métodos lidam bem com dados ruidosos, outros podem apresentar dificuldades ou incapacidade para processar dados ruidosos
- Podem ser tratados por meio de filtros, como passa-banda

- *Outliers*

- Diversas aplicações têm o objetivo de encontrar anomalias (e.g. fraudes em cartões de crédito)

# Limpeza de Dados

- Valores ausentes
  - Há diferentes causas para valores ausentes
    - O atributo não foi considerado importante durante a coleta de dados
    - Desconhecimento do valor durante o preenchimento
    - Distração
    - ...
  - Formas de lidar com valores ausentes
    - Ignorar valores ausentes
    - Descartar exemplos (linhas)
    - Descartar atributos (colunas)
    - Preenchimento de valores (para cada atributo com valores ausentes):  
média, mediana, moda, heurísticas, etc

# Limpeza de Dados

- Valores ausentes

Idade	Sexo	Peso	manchas	Temperatura	Diagnóstico
18	M	90	não	38,4	Doente
?	F	65	sim	36,0	Saudável
45	F	72	sim	37,5	Doente
20	?	53	não	36,3	Saudável
25	F	48	não	37,9	Doente
29	F	55	sim	39,2	Doente
36	M	70	não	35,8	Saudável
?	F	63	não	40,0	Doente
40	M	82	?	36,0	Saudável

# Limpeza de Dados

- Valores ausentes

Idade	Sexo	Peso	manchas	Temperatura	Diagnóstico
18	M	90	não	38,4	Doente
30	F	65	sim	36,0	Saudável
45	F	72	sim	37,5	Doente
20	F	53	não	36,3	Saudável
25	F	48	não	37,9	Doente
29	F	55	sim	39,2	Doente
36	M	70	não	35,8	Saudável
30	F	63	não	40,0	Doente
40	M	82	não	36,0	Saudável



# Limpeza de Dados

- Valores inconsistentes

- Dados podem conter valores inconsistentes (e.g. CEP inválido)
- Se for o atributo alvo (classe), pode levar a exemplos ambíguos
  - Valores iguais para os mesmos atributos, mas as classes são diferentes
- Caso não seja possível fazer correções das inconsistências, os exemplos incorretos devem ser descartados

40	M	82	não	36,0	Saudável
40	M	82	não	36,0	Doente

# Limpeza de Dados

- Dados redundantes

- Um exemplo é considerado redundante quando é muito similar a um outro exemplo, ou seja, os atributos possuem valores muito próximos e a classe dos exemplos é a mesma
- Na limpeza, os exemplos redundantes devem ser removidos

## Transformação de Dados

# Transformação de Dados

- Tem a finalidade de mudar o tipo de um atributo
  - Simbólico para numérico
  - Binarização
  - Numérico para simbólico
  - Normalização
  - ...

# Transformação de Dados

- Conversão de valores simbólicos
  - Alguns métodos de aprendizado de máquina trabalham apenas com valores numéricos
    - Exemplo: k-vizinhos mais próximos
    - Valores simbólicos precisam ser convertidos para numéricos
    - A conversão depende da ordenação dos valores
    - Também, essa operação depende da quantidade de valores (e.g., se forem 2, que caracteriza como binário, basta converter símbolo para 0 e o outro, para 1), conforme o exemplo abaixo

*sim = 1, não = 0*

# Transformação de Dados

- Conversão ordinal para numérico
  - Caso o atributo seja ordinal e não esteja no formato numérico, o mesmo pode ser convertido de acordo a ordem de valores, como no exemplo abaixo
    - baixo (1), médio (2) e alto (3)
- Binarização
  - Valores consecutivos diferem em 1 bit
  - Codifica cada valor por um número binário
  - Exemplo de codificação termômetro para 4 bits: 0000 (0), 0001 (1), 0011 (2), 0111 (3) , 1111 (4)
    - O tamanho da sequência de bits depende da quantidade de valores diferentes que o atributo possui

# Transformação de Dados

- Discretização de valores
  - Transformar valores numéricos em intervalos (ou categorias)
  - Para isso é necessário a definição de um número de categorias
  - Em seguida, mapear os valores dos atributos
  - Exemplo de discretização para o atributo "idade", cujo valor seria em anos:
    - 0-11: infância
    - 12-20: adolescência
    - 21-40: adulto jovem
    - 41-65: meia idade
    - > 65: idoso

# Transformação de Dados

- Normalização

- Faz com que o conjunto de valores de um atributo assumam uma propriedade
- Diversos métodos podem ser aplicados, por exemplo:
  - Re-escala (*min-max*): onde todos os valores são convertidos para o intervalo  $[0, 1]$

$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

- Padronização (normalização z): caso o conjunto de valores tenha uma distribuição Gaussiana, produz valores cuja média é 0 e desvio-padrão é 1

$$x' = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$



# Transformação de Dados

- Outras abordagens para a transformação de dados
  - Extração de características
  - Redução de dimensionalidade

## Dados Desbalanceados


# Dados Desbalanceados


- É dito que uma base de dados está desbalanceada quando o número de exemplos varia em diferentes casos
- O desbalanceamento é natural em alguns domínios
  - Exemplo: detecção de fraudes bancárias
- Também, a causa do desbalanceamento pode ser problemas na coleta de dados
- Diversas técnicas de aprendizado de máquina têm dificuldades em lidar com o desbalanceamento de classes
  - Tendência: favorecer a(s) classe(s) majoritária(s)
- Alternativa: balanceamento artificial
  - Selecionar a mesma quantia de exemplos para cada classe


# Dados Desbalanceados


- Outras alternativas para lidar com o desbalanceamento:
  - Aumentar a quantidade de exemplos para as classes minoritárias por meio da geração de dados sintéticos
    - SMOTE (*synthetic minority over-sampling technique*): novos dados são criados por meio de interpolações entre os exemplos da classe minoritária
    - DASYN (adaptive synthetic sampling): é uma variação do método SMOTE na qual exemplos sintéticos são gerados em regiões onde a densidade da classe minoritária é baixa
  - Induzir modelos de classificação unária: onde apenas a(s) classe(s) majoritária(s) é(são) considerada(s) no treinamento
    - Caso haja mais de uma classe majoritária, as mesmas podem ser consideradas uma única classe (detecção de anomalias/*outliers*)
    - A fronteira de decisão é criada apenas para a(s) classe(s) de interesse, na qual, caso um novo exemplo seja classificado fora dessa limitação, o mesmo é considerado anomalia/*outlier*

# Referências

 BISHOP, C. M.  
*Pattern Recognition and Machine Learning.*  
Springer, 2006.

 DE CARVALHO, A. P. L. F.  
Métodos Baseados em Distância. Aprendizado de Máquina.  
*Slides.* Ciência de Computação e Matemática Computacional.  
ICMC/USP, 2015.

 DUDA, Richard O.; HART, Peter E.; STORK, David G.  
*Pattern classification.*  
2nd ed. New York, NY: J. Wiley & Sons, 2001.

 RASCHKA, S.; MIRJALILI, V.  
*Python Machine Learning.*  
Packt, 2017.