Arquitetura de Dados:

Quais intervenções nos dados podem melhorar os resultados?

Pré-processamento do KDD

Prof. Dr. Dieval Guizelini

Pré-Processamento

- Seleção
- Limpeza
- Codificação
- Enriquecimento
- Normalização
- Construção de Atributos
- Correção de Prevalência
- Partição do Conjunto de Dados

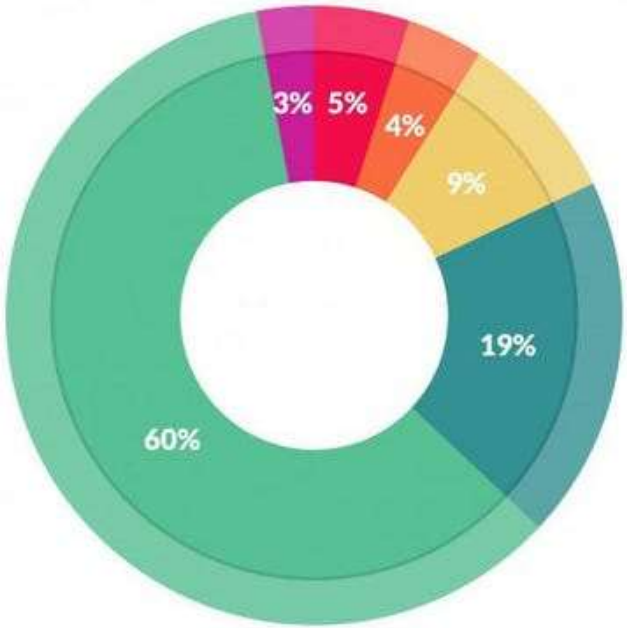
Os atributos/dados podem ser classificados em:

- Representação de seus valores (tipo de dados);
- Natureza da informação (tipo da variável) e as variáveis podem ser classificadas:
  - **Nominais ou categóricas**: São atributos que permitem rotular o conjunto de dados.
    Ex: estado civil.
  - **Discretas**: Assemelham-se às variáveis nominais, mas os valores (estados) que elas podem assumir possuem um ordenamento.
    Ex: dia da semana
  - **Contínuas**: São variáveis quantitativas, cujos valores possuem uma relação de ordem entre eles.
    Ex: idade, renda...

Onde tudo começa...

- A etapa de pré-processamento também é denominada de ETL (Extract-transform-load).
- Tem por objetivo organizar os dados, padronizar a representação da informação e, quando possível, simplificar o processo de mineração de dados
- Muitas heurísticas podem ser aplicadas nesse processo.
- Segundo o Ralph Kimball, são 34 subsistemas que compõem o ETL e estima-se um consumo de 70% dos tempo e dos recursos na preparação e construção do data warehouse.
  (Fonte: https://www.kimballgroup.com/data-warehouse-business-intelligence-resources/kimball-techniques/etl-architecture-34-subsystems/)
- A maioria dos métodos de mineração de dados pressupõe que os dados estejam organizados em uma única estrutura tabular.

Forbes (2016)



What data scientists spend the most time doing

- *Building training sets: 3%*
- *Cleaning and organizing data: 60%*
- *Collecting data sets; 19%*
- *Mining data for patterns: 9%*
- *Refining algorithms: 4%*
- *Other: 5%*

Fonte: https://www.forbes.com/sites/gilpress/2016/03/23/data-preparation-most-time-consuming-least-enjoyable-data-science-task-survey-says/?sh=1c5424f86f63

Função: Seleção de Dados (1/5)

- A junção dos dados em uma única tabela pode ocorrer de duas formas:
  - Junção direta: todos os dados são unificados;
  - Junção Orientada: O especialista do domínio da aplicação, em parceria com especialista de KDD, escolhem os atributos e registros.
  - O processo de escolha pode ser:
    - Redução de Dados Horizontal
    - Segmentação do Banco de Dados
    - Eliminação direta de casos
    - Amostra Aleatória
      - Amostragem Simples Sem Reposição
      - Amostragem Simples Com Reposição
      - Amostragem de Clusters
      - Amostragem estratificada

Função: Seleção de Dados (2/5)

- Agregação de informações

- Redução de Dados Vertical – entre as principais motivação para a aplicação da redução vertical dos dados, tempos:

  - Um conjunto de atributos bem selecionado pode conduzir a modelos de conhecimento mais concisos e com maior precisão;

  - Se o método de seleção for rápido, o tempo de processamento necessário para utilizá-lo e, em seguida, aplicar o algoritmo de mineração de dados em um subconjunto dos atributos, pode ser inferior ao tempo de processamento do algoritmo de DM;

  - A exclusão de atributos é muito mais significativa em termos de redução do tamanho do conjunto de dados que a exclusão de registros.

  Existem duas abordagens para redução de dados verticais:
  - Abordagem Independente de modelo (Filter)
  - Abordagem dependente de modelo (Wrapper)

Função: Seleção de Dados (3/5)

Em qualquer das abordagens vistas, três estratégias clássicas e simples, para escolha do conjunto de atributos podem ser utilizadas (Ham & Kember, 1999):

- **Seleção Sequencial para Frente** (Forward Selection):

  Inicia-se com o subconjunto de atributos vazio. Cada atributo é adicionado ao subconjunto de atributos candidatos, que é avaliado segundo alguma medida de qualidade. No final de cada iteração é adicionado o atributo que tenha maximizado a média de qualidade.

- **Seleção Sequencial para Trás** (Backward Selection):

  Inicia-se com o subconjunto de atributos candidatos contendo todos os atributos, a cada iteração retira-se o atributo do conjunto que tenha minimizado a medida de qualidade considerada.

- **Combinação das Estratégias Anteriores**:

  a cada passo do algoritmo, o melhor atributo é adicionado e o pior dentre os anteriormente escolhidos é removido.

- Outras técnicas: ID3, algoritmos genéticos

Função: Seleção de Dados (4/5)

- Eliminação direta de atributos – duas heurísticas podem ser utilizadas:
  - Eliminação dos atributos com valores constantes em todos os registros
  - Eliminação dos atributos identificadores de registros (chaves primárias, ou chaves naturais)
- Análise de Componentes Principais (*PCA – Principal Component Analysis*)
  São procedimentos do PCA:
  - Normalização de todos os atributos;
  - PCA computa c vetores ortonormais que fornam uma base para os dados de entrada normalizada;
  - Os componentes principais são ordenados em ordem decrescente de variância;
  - Elimina-se os componentes mais fracos (menor variância)

Função: Seleção de Dados (5/5)

- Redução de Valores
  alternativa ao processo de redução horizontal (corte de atributos).
  Prevê a redução dos valores distintos de um atributo;

- Redução de Valores Nominais
  - Identificação de hierarquia entre atributos;
  - Identificação de hierarquia entre valores;

- Redução de Valores Contínuos (ou Discretos)
  - Particionamento em células (Bins);
  - Redução de Valores pelas Medianas das Células (Bin Medians)
  - Redução de Valores pelas Médias das Células (Bin Means)
  - Redução de Valores pelos Limites das Células (Bin Boundaries)
  - Arredondamento de Valores
  - Agrupamento de Valores (Clusterização)

Função: Limpeza

- Chama-se de limpeza, os processos desenvolvidos para remover as inconsistências, incompletude ou ruídos nos dados.

- Evitar o efeito GIGO (garbage in, garbage out);

- Funções:
  - Limpeza de informações ausentes
    - Exclusão dos casos
    - Preenchimento manual de valores
    - Preenchimento com valores globais constantes
    - Preenchimento com medidas estatísticas
    - Preenchimento com métodos de mineração de dados (Ex: modelos bayesianos, árvores de decisão, probabilísticos, estatísticos etc).
  - Limpeza de Inconsistências
    - Exclusão de casos
    - Correções de erros
  - Limpeza de valores não pertencentes ao domínio

Função: Codificação

- Codificação é o processo de mudar a representação da informação, normalmente para algum valor numérico, para atender as necessidades das técnicas de mineração.

- Codificação: Numérica – categórica
  - Mapeamento direto: substitui os valores numéricos por valores categóricos.
    Ex: campo sexo: 1-M,0-F

  - Mapeamento em intervalos (Discretização) – a representação em intervalos pode ser obtida a partir de métodos que dividam o domínio de uma variável numérica em intervalos.

    - Divisão em intervalos com comprimentos definidos pelo usuário
    - Divisão em intervalos de igual comprimento
    - Divisão em intervalos por meio de clusterização

Função: Codificação

- Codificação: Categórica – numérica
  - Representação Binária Padrão (econômica)
  - Representação Binária 1-de-N (Ex: Casado – 1, Solteiro – 10, Viúvo – 100...)
  - Representação Binária por temperatura – utilizada quando existe graduação entre os conceitos ou rótulos (Ex: 1-fraco, 11-Regular, 111-Bom e 1111-ótimo).

Função: Enriquecimento

- Enriquecimento é o nome dado a técnica que tenta agregar mais valos aos dados existentes.
  Adicionando informação ou sentido aos dados disponíveis.

  - Pesquisas:
    obtenção de mais detalhes dos dados nas fontes que deram origem aos dados disponíveis no banco de dados.

  - Consultas a Bases de Dados Externas:
    consiste em enriquecer os dados com a incorporação de outras bases de dados, proveniente de outros sistemas.

Função: Normalização dos Dados

- Esta operação consiste em ajustar a escala dos valores de cada atributo de forma que os valores fiquem em pequenos intervalos, tais como -1 a 1, ou de 0 a 1.
  - Normalização linear (interpolação linear) – fórmula: $A' = (A - min) / (max - min)$
  - Normalização por desvio padrão (Z-Score ou Zero Mean): $A' = (A - X) / \sigma$
  - Normalização pela soma dos elementos: $A' = A / X$
  - Normalização pelo valor máximo dos elementos: $A' = A / max$
  - Normalização por escala decimal: $A' = A / 10^i$

Função: Construção de Atributos

- Essa operação consiste em gerar novos atributos a partir de atributos existentes.

- Os casos mais simples (comum) são com atributos datas.
  Ex:

  data -> idade
  (year(sysdate)-year(data_nasc))

Função: Correção de Prevalência

- Essa operação é muitas vezes necessárias em tarefas de classificação. Consiste em corrigir um eventual desequilíbrio na distribuição de registros com determinadas características.

  Ex: considere a existência de 1% de casos de inadimplência.

  - O método de replicação aleatória de registros pode ser uma solução;
  - Aplicação de matriz de custo pode resolver problemas de prevalência. Consiste em ter o peso do erro associado a classe que sejam menos numerosas.

Função: Partição do Conjunto

- Normalmente, para se validar um modelo, deve-se confrontá-lo com uma massa de dados que não tenha sido utilizada no aprendizado (problema: os algoritmos decoram os casos).
- Solução: dividir o conjunto de dados existentes, técnicas:

  - Holdout: divide o conjunto em um percentual p para treinamento e (1-p) para teste. Normalmente p > ½.
  - K-Fold-CrossValidation (Validação cruzada com k conjuntos): Divide o conjunto de dados em subconjuntos de N/k, e usa-se k-1 para teste e os demais são reunidos para o treinamento.
  - Stratifield K-Fold (Validação cruzada com K conjuntos): divide o conjunto em subconjunto mutuamente exclusivos, preserva-se a proporção das classes.
  - Leave-One-Out: Caso particular do Stratifield, onde cada subconjunto tem um elemento.
  - Bootstrap – O conjunto de treinamento é obtido pelo sorteio com reposição, o conjunto de teste é obtido com sorteio entre os casos não utilizados no primeiro conjunto.

Bibliografia

- GOLDSCHMIDT, Ronaldo; PASSOS, Emmanuel. ***Data mining:*** **um guia prático.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

- FAYYAD, U. M.; PLATETSKY-SHAPIRO, G.; SMYTH, P. *From Data Mining to Knowledge Discovery: An Overview*. **Knowledge Discovery and Data Mining**, Menlo Park: AAAI Press, 1996
- FAYYAD, U. M.; PLATETSKY-SHAPIRO, G.; SMYTH, P. The *KDD Process for Extracting Useful Knowledge from Volumes of Data*. **Communications of the ACM**, v. 39, 1996

- Gil Press. Cleaning Big Data: Most Time-Consuming, Least Enjoyable Data Science Task, Survey Says. FORBES https://www.forbes.com/sites/gilpress/2016/03/23/data-preparation-most-time-consuming-least-enjoyable-data-science-task-survey-says/?sh=1c5424f86f63

- Weka
  Canal:
  https://www.youtube.com/channel/UCXYXSGq6Oz21b43hpW2DCvw
  Introdução
  https://www.youtube.com/watch?v=Exe4Dc8FmiM