Escola Superior de Tecnologia
Universidade do Estado do Amazonas

20 de março de 2018

Introdução ao Aprendizado de Máquina

Minicurso *hands on* com Python

Samsung Ocean IA Week 2018

Elloá B. Guedes da Costa

www.elloaguedes.com
ebgcosta@uea.edu.br

Machine Learning com Python

Outline

1. Apresentação

Apresentação

- Elloá B. Guedes

- Doutora em Ciência da Computação
- Atua na EST/UEA desde 2013

- *Machine Learning*
- Previsão de dados meteorológicos
- Entusiasta Python

Machine Learning com Python

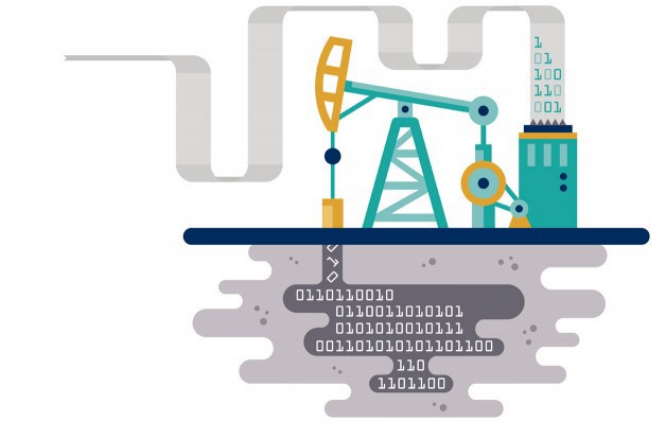
Material do minicurso

https://github.com/elloa/iaweek2018

Outline

2 Motivação

Motivação


0110110010
0110011010101
0101010010111
00110101010110110100
110
1101100

Motivação

- "Dados são o novo petróleo" (Humby,2006)

Motivação

- "Dados são o novo petróleo" (Humby,2006)

- É preciso encontrar, extrair, refinar, distribuir e monetizar
- Quantidades massivas de dados
- Fenômeno: Big Data

- Dados só possuem valor se puderem fornecer insights

Motivação

Machine Learning

"**É o estudo sistemático de algoritmos e sistemas que melhoram o seu conhecimento ou performance com a experiência.**"

– Flach, P. Machine Learning, 2012. Cambridge University Press.

Outline

3 Machine Learning I

Machine Learning – Histórico

- Arthur Samuel, 1959, IBM
- Algoritmo jogador de Damas
- Primeira versão: equação de pontuação baseado em quantidade de peças e suas posições
- Segunda versão: melhorar os coeficientes da equação a partir de jogos
- Computador jogando contra si mesmo milhares de vezes
- Meados de 1970: performance comparável a de um amador

Machine Learning – Histórico

- Samuel: programa que melhorava a si mesmo a partir da experiência
- Nascimento do *Machine Learning*

- Não há fronteira clara entre IA e *Machine Learning*
- ML é uma forma de IA
- IA é mais abrangente
- ML: corpo de conhecimento, métodos e técnicas

Machine Learning – Ferramental

Machine Learning – Aplicações

- Detecção de fraude
- Recomendação de produtos
- Diagnóstico médico
- Análise de sentimentos
- Monitoramento de tempo real
- Milhares de outras!

- Descoberta de relações não-triviais
- Parábolas: fralda e cerveja

Outline

4. Problema: Consumo de combustível

Problema Prático

- Problema: Consumo de combustível

- 1983, *American Statistical Association Exposition*
- Diversos modelos de carros
- Dados coletados de veículos de verdade
- Características particulares

Problema Prático

- Problema: Consumo de combustível

- 1983, *American Statistical Association Exposition*
- Diversos modelos de carros
- Dados coletados de veículos de verdade
- Características particulares

- Pergunta: Quantas milhas um dado carro faz com um galão de combustível?

Problema Prático

- Conjunto de dados: formato csv
- *Comma separated values*

Problema Prático

- Conjunto de dados: formato csv
- *Comma separated values*

- Valores separados por vírgulas
- Dataset multivariado
- Valores numéricos e nominais
- Dados faltantes

Problema Prático

- Vamos responder algumas perguntas iniciais a partir dos dados!
- Respostas com programação

Problema Prático

- Vamos responder algumas perguntas iniciais a partir dos dados!
- Respostas com programação

- Quantos exemplos de carros há no conjunto de dados?

Problema Prático

- Vamos responder algumas perguntas iniciais a partir dos dados!
- Respostas com programação

- Quantos exemplos de carros há no conjunto de dados?
- Quais são os atributos existentes no conjunto de dados?

Problema Prático

- Vamos responder algumas perguntas iniciais a partir dos dados!
- Respostas com programação

- Quantos exemplos de carros há no conjunto de dados?
- Quais são os atributos existentes no conjunto de dados?
- Quais os nomes dos carros existentes neste dataset?

Problema Prático

- Vamos responder algumas perguntas iniciais a partir dos dados!
- Respostas com programação

- Quantos exemplos de carros há no conjunto de dados?
- Quais são os atributos existentes no conjunto de dados?
- Quais os nomes dos carros existentes neste dataset?
- Quais as características do "chevrolet camaro"?

Problema Prático

- Vamos responder algumas perguntas iniciais a partir dos dados!
- Respostas com programação

- Quantos exemplos de carros há no conjunto de dados?
- Quais são os atributos existentes no conjunto de dados?
- Quais os nomes dos carros existentes neste dataset?
- Quais as características do "chevrolet camaro"?
- Qual a média de consumo dos carros existentes no dataset?

Problema Prático

- Vamos agora efetuar alguns ajustes nos dados!

Problema Prático

- Vamos agora efetuar alguns ajustes nos dados!
- Eliminar exemplos com dados faltantes

Problema Prático

- Vamos agora efetuar alguns ajustes nos dados!

- Eliminar exemplos com dados faltantes
- Eliminar coluna com nomes dos carros

Problema Prático

- Vamos agora efetuar alguns ajustes nos dados!

- Eliminar exemplos com dados faltantes
- Eliminar coluna com nomes dos carros
- Converter mpg para km/l
- 1 mpg = 0.425 km/l
- Deletar coluna mpg

Outline

5 Machine Learning II

Machine Learning

Processo de Aprendizagem de Máquina

1. Coleta e preparação de dados
2. Seleção de características
3. (sem spoilers ainda!)

Machine Learning

- Desafio cats vs dogs
- Kaggle, 2007
- 25 mil imagens
- 12.5 mil imagens para avaliação

Machine Learning

- Abordagem algorítmica
  - Programar todos os detalhes de como diferenciar gatos e cachorros
  - Texturas, cores, formas geométricas
  - Quantidade inviável de regras a serem capturadas
  - E se você esqueceu os gatos Sphynx ou os cachorros Komondor?

Machine Learning

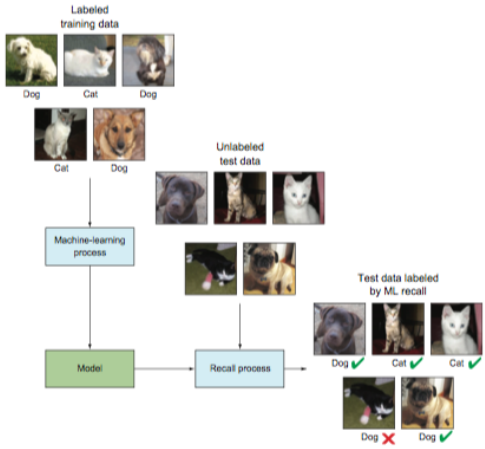
- Abordagem algorítmica
  - Programar todos os detalhes de como diferenciar gatos e cachorros
  - Texturas, cores, formas geométricas
  - Quantidade inviável de regras a serem capturadas
  - E se você esqueceu os gatos Sphynx ou os cachorros Komondor?

- Humanos cometem cerca de 7% de erros nesta tarefa

Machine Learning

- Abordagem *Machine Learning*
  - Análoga ao aprendizado de uma criança
  - Exemplos permitem o aprendizado de padrões
  - Capacidade de generalizar

Machine Learning



Machine Learning

- Abordagem *Machine Learning*
  - Análoga ao aprendizado de uma criança
  - Exemplos permitem o aprendizado de padrões
  - Capacidade de generalizar

- Modelos de *Machine Learning* para cats vs dogs
- 98.914% de acertos nos exemplos de avaliação

Machine Learning

- Precisamos organizar nossos dados

- Uma porção para fornecer experiência
- Outra porção para testar a capacidade de generalização do modelo

- Dados de treinamento e de testes

Machine Learning

- Vamos particionar os dados disponíveis

- 70% dos dados disponíveis para treinamento
- 30% dos dados para testes

- Randomizar ao particionar
- *Holdout cross-validation*

Machine Learning

Particionando os dados

```
from sklearn.model_selection import train_test_split
(...)
X_train, X_test, Y_train, Y_test = train_test_split(X, Y, test_size=0.30)
```

Machine Learning

- Agora vamos fornecer os exemplos disponíveis ao modelo de aprendizado de máquina
- Aquisição de experiência!
- Captura de padrões nos dados

Outline

6 Escolha do Algoritmo

Machine Learning

Processo de Aprendizagem de Máquina

1. Coleta e preparação de dados
2. Seleção de características
3. Escolha do algoritmo de aprendizado

Escolha do Algoritmo

- Há uma grande quantidade de algoritmos disponíveis

Escolha do Algoritmo

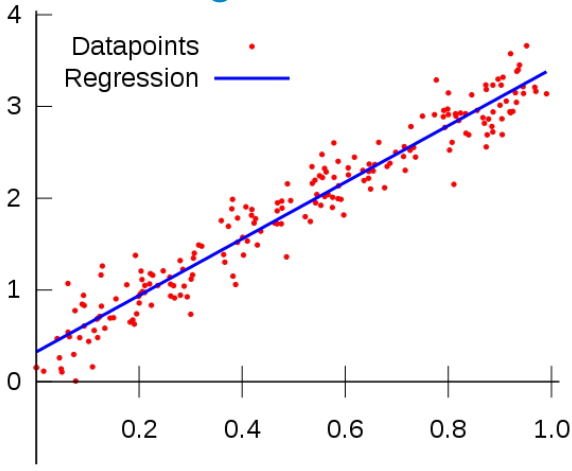
- Há uma grande quantidade de algoritmos disponíveis

- Características matemáticas
  - Regressão linear, regressão polinomial, etc.
- Inspirados no cérebro humano
  - Redes neurais artificiais
- Baseados em regras
  - Árvores de decisão
- Baseados na vizinhança
  - k-vizinhos mais próximos

Escolha do Algoritmo

- Vamos começar com regressão linear
- Ideia geral: Assume que há uma relação linear entre os atributos preditores (X) e o atributo-alvo (Y)
- Encontra a reta que minimiza o erro

Escolha do Algoritmo



Escolha do Algoritmo

Criação do Modelo

```
from sklearn.linear_model import LinearRegression
(...) regr = LinearRegression()
```

Machine Learning

Processo de Aprendizagem de Máquina

1. Coleta e preparação de dados
2. Seleção de características
3. Escolha do algoritmo de aprendizado
4. Definição dos parâmetros
5. Treinamento
    - Fornecer os dados de treinamento para que o modelo adquira experiência

Treinamento do Modelo

Treinamento do Modelo

```
regr.fit(X_train,Y_train)
```

Machine Learning

Processo de Aprendizagem de Máquina

1. Coleta e preparação de dados
2. Seleção de características
3. Escolha do algoritmo de aprendizado
4. Definição dos parâmetros
5. Treinamento
6. Teste
   - Avaliação da performance
   - Coleta de métricas de desempenho
   - Comparação com outros modelos

Teste do Modelo

- Vamos fazer previsões

Teste do Modelo

- Vamos fazer previsões
- Importante: comparar com o gabarito

Teste do Modelo

- Vamos visualizar os resultados

- Cálculo dos resíduos
- Diferença ao quadrado entre o que foi previsto pelo modelo e o resultado do gabarito

Teste do Modelo

- Vamos visualizar os resultados

- Cálculo dos resíduos
- Diferença ao quadrado entre o que foi previsto pelo modelo e o resultado do gabarito

- O que se espera, em termos de resíduos, de um bom modelo?

Teste do Modelo

Algumas conversões de tipo

```
Y_test = pd.Series.tolist(Y_test)
Y_predito = Y_predito.tolist()
```

Teste do Modelo

Calculando os Resíduos

```
residuos = []
for i in range(len(Y_test)):
    residuos.append((Y_test[i] - Y_predito[i])**2)
```

Teste do Modelo

Plotando os resíduos

```
import matplotlib.pyplot as plt
(...)
x = [0,int(max(Y_test))]
y = [0,0]
plt.plot(x,y,linewidth=3)
plt.plot(Y_test,residuos,'ro')
plt.ylabel('Residuos')
plt.xlabel('kml')
plt.show()
```

Teste do Modelo

- Métricas de performance

- Problema de regressão

- Raiz do erro médio quadrático
- R^2

Teste do Modelo

Obtendo métricas de desempenho

```
from sklearn.metrics import mean_squared_error, r2_score
(...)
rmse = mean_squared_error(Y_predito,Y_test)
r2 = r2_score(Y_predito,Y_test)
```

Comparando modelos

- Vamos testar outro algoritmo de Machine Learning
- k-vizinhos mais próximos

- Ideia geral: olhar para os k vizinhos mais próximos
- Valor previsto é a média dos valores dos vizinhos

- Vamos escolher $k = 3$ vizinhos
- Utilização de parâmetros no modelo

Comparando modelos

Algoritmo *k*-vizinhos mais próximos

```
from sklearn.neighbors import KNeighborsRegressor
(...)
# Inicializacao do modelo
kviz = KNeighborsRegressor(n_neighbors=3)
# Treinamento
kviz.fit(X_train,Y_train)
# Resultados para conjunto de testes
results = kviz.predict(X_test)
```

Comparando modelos

- Obtenha as métricas de desempenho para este modelo

Comparando modelos

- Obtenha as métricas de desempenho para este modelo
- Dentre os dois modelos considerados, qual o melhor para o problema em questão?

Comparando modelos

- Obtenha as métricas de desempenho para este modelo
- Dentre os dois modelos considerados, qual o melhor para o problema em questão?
- Algumas considerações:
  - O problema auto-mpg possui características fortemente lineares
  - Precisamos ter cuidado para prevenir overfitting

Outline

7 Overfitting

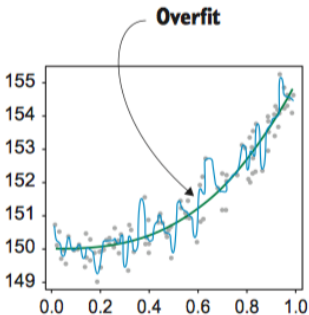
Overfitting

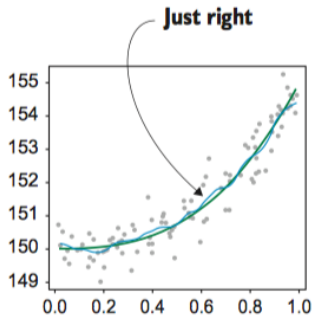
- *Overfitting*: superajustamento do modelo aos dados de treinamento

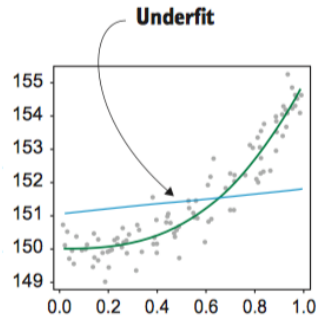
- Modelo aprende erros e ruídos
- Perde a capacidade de generalizar bem

- Pode ser evitado com técnicas de validação
- Ajuste de parâmetros

Overfitting







Outline

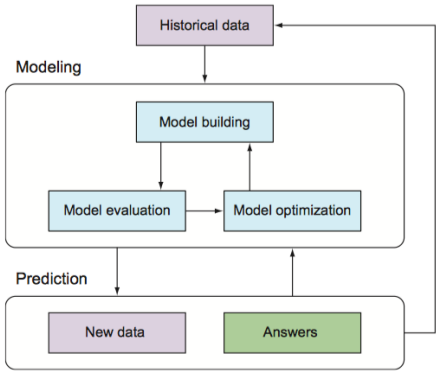
8 Sumarizando

Sumarizando

- Aprendizado Supervisionado
- Problema de regressão

- Dados reais do problema
- Treinamento
- Teste
- Métricas de desempenho
- Comparar modelos
- Overfitting

Sumarizando



Outline

9 Problema 2: Flores Iris

Problema 2: Iris Dataset

- Edgard Anderson, Botânico
- 1935, Quebec, Canadá
- Estudo das flores Íris
- Sir Ronald Fisher, 1936
- Análise de discriminantes lineares

Problema 2: Iris Dataset

- Catálogo de 150 flores Íris
- Largura e comprimento da pétala e da sépala
- Classificação correspondente
- Dataset no github do mini-curso

Problema 2: Iris Dataset

- Dadas as quatro medidas, qual a flor correspondente?

Problema 2: Iris Dataset

- Dadas as quatro medidas, qual a flor correspondente?

- Problema de classificação multi-classe
- Aprendizado supervisionado

Problema 2: Iris Dataset

- Dadas as quatro medidas, qual a flor correspondente?

- Problema de classificação multi-classe
- Aprendizado supervisionado

- Abra o dataset
- Atributos preditores e atributo alvo
- Dados já estão pré-processados
- Faça as partições de treinamento e teste (60/40)

Problema 2: Iris Dataset

- Vamos agora escolher um algoritmo para esta tarefa
- Árvores de decisão

- Hierarquia de perguntas
- Nós de divisão (perguntas)
- Nós de classificação (folhas)

Problema 2: Iris Dataset

Criando e treinando o modelo

```
from sklearn import tree
(...)
clf = tree.DecisionTreeClassifier()
clf.fit(X_train, Y_train)
```

Problema 2: Iris Dataset

- Vamos visualizar e entender a árvore gerada!

- Código está disponível nos notebooks de exemplo
- Abrir arquivo no github

Problema 2: Iris Dataset

Testando o modelo

```
resultados = clf.predict(X_test)
```

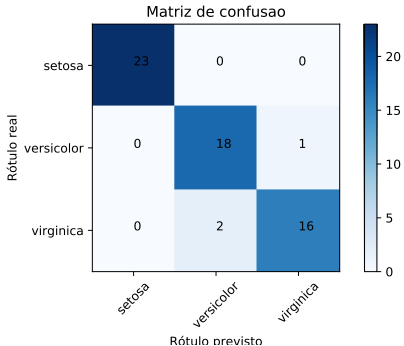
Problema 2: Iris Dataset

Matriz de confusão

```
from sklearn.metrics import confusion_matrix
(...)
confusion_matrix(Y_test, results)
```

Problema 2: Iris Dataset

- Vamos entender a matriz de confusão produzida



Outline

10 Vantagens de Machine Learning

Vantagens de Machine Learning

- Acurado
  - Avaliação de métricas de desempenho
  - Auxílio no processo de tomada de decisão dos melhores parâmetros
  - Com mais dados, melhores ajustes podem ser feitos

Vantagens de Machine Learning

- Acurado
- Automatizado
  - Realizado com o auxílio do computador
  - Parâmetros e algoritmos ajustados automaticamente com os dados

Vantagens de Machine Learning

- Acurado
- Automatizado
- Rápido
  - Geração de resultados em questão de milisegundos, para a maioria dos problemas
  - Treinamento, teste e utilização

Vantagens de Machine Learning

- Acurado
- Automatizado
- Rápido
- Customizado
  - Considera os dados de cada domínio
  - Parâmetros podem ser ajustados para refletir métricas do negócio

Vantagens de Machine Learning

- Acurado
- Automatizado
- Rápido
- Customizado
- Escalável
  - Grande quantidade de dados
  - Computação em nuvem

Escola Superior de Tecnologia
Universidade do Estado do Amazonas

20 de março de 2018

Introdução ao Aprendizado de Máquina

Minicurso *hands on* com Python

Samsung Ocean IA Week 2018

Elloá B. Guedes da Costa

www.elloaguedes.com
ebgcosta@uea.edu.br