

## Trabalho Prático 2

Valor: 15pts

Data de Entrega: 31/07

### 1) Aprendizado Supervisionado - Regressão

A tripulação de um avião notou que o piloto automático não conseguia ajustar os ailerons rapidamente, resultando em oscilações perigosas durante um voo transatlântico. Então uma equipe de cientistas decidiu desenvolver um modelo de aprendizado de máquina, usando dados históricos para prever a deflexão ideal dos ailerons. O objetivo era melhorar a segurança e o conforto dos passageiros, ajustando automaticamente a deflexão dos ailerons para o controle da rolagem da aeronave conforme condições variáveis de voo.

O conjunto de dados em **aileron.csv** deve ser utilizado. Faça uma análise exploratória descritiva para auxiliar nas respostas das seguintes perguntas:

- I. Porque os atributos Alpha, Se e [SeTime1 : SeTime14] não contribuem em conjunto para um modelo?
- II. Porque os atributos DiffSeTime[2i] para i de 1 a 7 tendem a não contribuir para o modelo?
- III. A partir desta questão utilize apenas as variáveis em **instrucoes.txt**. Observando uma matriz de correlação e *pair plots*. Quais os atributos mais promissores para um modelo de predição Linear de **Goal**?

Considere um modelo de predição pontual da deflexão dos ailerons (**Goal**) e na AUSÊNCIA de qualquer atributo para IV e V:

- IV. Faça um histograma da variável resposta. Qual valor de **Goal** utilizaria para minimizar a métrica MAE?
- V. Qual valor de **Goal** utilizaria para minimizar a métrica MSE?
- VI. O modelo de Regressão Linear minimiza qual tipo de erro?
- VII. Cite vantagens de utilizar o MAE o MSE e o RMSE em diferentes contextos.
- VIII. Elabore os seguintes modelos de regressão:

Modelo	Espaço Hiperparâmetro
Regressão Linear	-
Ridge	alpha: {0.2, 1, 5}
XGboost	<b>instrucoes.txt</b>

Tabela 01 - Modelos de Regressão

- IX. Observando os intervalos de confiança dos coeficientes da Regressão Linear, quais atributos devem ser descartados? (Use a biblioteca do *statsmodels*)
- X. Compare os resultados da Regressão Linear e sua versão regularizada.
- XI. Compare o efeito dos hiperparâmetros do XGBoost e seus resultados.
- XII. Utilize métrica de avaliação e compare os diferentes modelos de regressão na predição da deflexão dos ailerons.

## 2) Aprendizado Supervisionado - Classificação

Observou-se que uma estratégia discreta de atuação dos ailerons permitia maior conforto durante o voo. Faça a discretização das variáveis conforme **instrucoes.txt** para elaborar modelos de classificação.

- I. Elabore os seguintes modelos de classificação:

Modelo	Espaço Hiperparâmetro
Reg. Logística	-
Naive Bayes (Gaussian)	-
Árvores de Decisão	max_depth: {X, Y}
K-NN	n_neighbors: {W, Z}
XGBoost	<b>instrucoes.txt</b>

Tabela 02 - Modelos de Classificação

- II. Do modelo de Regressão Logística compare os *odds-ratio* do coeficiente independente para cada classe. Escolha 2 atributos e compare o *odds-ratio* para as diferentes classes.
- III. Qual a suposição utilizada que dá o nome *Naive* no modelo de Naive Bayes?
- IV. Observando o Teorema de Bayes no contexto de Naive Bayes, uma parcela é uma constante de normalização e pode ser desconsiderada a menos de proporcionalidade. Outra parcela é um produto de probabilidades e então é aplicado o logaritmo no processo para evitar erros por *underflow*. Reescreva o Teorema de Bayes com essas considerações.
- V. Para este conjunto de dados a suposição gaussiana é razoável?
- VI. No modelo de Árvores de Decisão: Qual o melhor hiperparâmetro **X** para generalização? Qual o melhor hiperparâmetro **Y** para minimizar o erro empírico? Para uma predição em um novo dado qual dos dois modelos deve ser escolhido?
- VII. No modelo K-NN: Qual o melhor hiperparâmetro **W** para generalização? Qual o melhor hiperparâmetro **Z** para minimizar o erro empírico?
- VIII. Compare o efeito dos hiperparâmetros do XGBoost e seus resultados.
- IX. Utilize métricas de avaliação e compare os diferentes modelos de classificação na predição da deflexão dos ailerons.

### 3) Aprendizado por Reforço

Realize uma implementação de *Q-learning* para o *Cart Pole* (link nas referências), capaz de controlar o pêndulo invertido por pelo menos 500 passos e responda:

- I. Explique os parâmetros  $\alpha$ ,  $\gamma$  e  $\epsilon$ .
- II. Faça um *plot* da curva de  $\epsilon$  utilizada durante o treinamento.
- III. Faça um *plot* da recompensa total por número de episódios, do treinamento.
- IV. Após o treinamento da Q-table, atingindo a estabilidade do *CartPole* faça o seguinte experimento e mostre os seguintes resultados:
  - i) Inicie um novo episódio e nos 100 primeiros passos faça o controle ótimo com a Q-table treinada
  - ii) Dê 5 passos na simulação com ação fixa em 1: Carro para direito, simulando uma perturbação
  - iii) Complete os 500 passos utilizando a Q-table treinada novamente
  - iv) Registre os resultados e faça um plot do ângulo e velocidade angular ao longo da simulação. Identifique a incidência da perturbação e o retorno à estabilidade do sistema.
- V. Pesquise 1 topologia de rede para *Deep Reinforcement Learning* e descreva como utilizaria para resolver este problema: Como seriam as entradas e saídas, a arquitetura da(s) rede(s) e a função de perda.

Um modelo pré-implementado é fornecido em **RL\_cartpole.ipynb**, que pode auxiliar o aluno na implementação.

### 4) Referências

- Ailerons - <https://sci2s.ugr.es/keel/category.php?cat=reg&order=insR#sub2>
- Cart Pole - [https://www.gymnasium.dev/environments/classic\\_control/cart\\_pole/](https://www.gymnasium.dev/environments/classic_control/cart_pole/)

### 5) O que deve ser entregue:

1. Código
2. Documentação em pdf, respondendo às perguntas postas no enunciado deste trabalho.

Obs: Notebooks Python não serão aceitos como forma de documentação.