

EA072 – Inteligência Artificial em Aplicações Industriais (2s2024)

Exercícios Computacionais – ECs #06 a #09

Atividade Individual – Peso 4

Data de Entrega do Relatório (conjunto de notebooks IPYNB executados e com respostas para as questões levantadas): 30/10/2024

Soluções avançadas em aprendizado profundo e em análise de dados

Atividade prática #06: Técnicas lineares e não-lineares de redução de dimensionalidade para visualização de dados

Olhar diretamente para os dados pode ser muito útil e geralmente é tido como um dos primeiros passos em análise exploratória de dados. Mas como visualizar dados caracterizados por uma grande quantidade de atributos, ou seja, dados que são pontos em espaços de elevada dimensão? Uma possível resposta está nas projeções 2D e 3D (lineares ou não-lineares) que preservam o máximo possível da topologia original dos dados. A melhor projeção linear para dados não rotulados é Análise de Componentes Principais (do inglês *Principal Component Analysis* – PCA) e para dados rotulados é Análise Discriminante Linear (do inglês *Linear Discriminant Analysis* – LDA). Mas no tocante a projeções não-lineares, há muitas opções, cada qual com seus pontos fortes e fracos. Vamos considerar nesta atividade t-SNE (do inglês *t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding*) e UMAP (do inglês *Uniform Manifold Approximation and Projection*), embora autoencoders e outras técnicas para *nonlinear PCA* pudessem ser adotadas. **A estratégia desta atividade é realizar projeções sem levar em conta o rótulo dos dados, mas apresentar os resultados com a devida rotulação, usando cores para indicar as classes.** A ênfase vai estar na técnica UMAP, por ser bem flexível, mais escalável que as concorrentes (de projeção não-linear) e tender a preservar grupos. No entanto, UMAP é sensível à definição de hiperparâmetros, como o número k de vizinhos. O vídeo em [<https://www.youtube.com/watch?v=eN0wFzBA4Sc>] apresenta uma explicação didática e sucinta do princípio de operação da técnica, além de a comparar (brevemente) com t-SNE. Assista a este vídeo, execute o notebook [EC06_lin_nonlin_dim_reduct.ipynb] e responda as 3 questões levantadas ao longo do notebook. São considerados três casos de estudo, sendo que o terceiro conjunto de dados é fornecido pelo professor.

Atividade prática #07: Captura de um manifold 2D da base MNIST empregando um autoencoder

Tomando a base de dados MNIST, treinar um *autoencoder* com camadas densas e constatar o sucesso da tarefa de codificação e de decodificação (mesmo que ainda com algumas imperfeições), indicando que duas variáveis latentes podem ser suficientes para codificar a essência de toda a variedade exibida pelas versões manuscritas de 10 dígitos. Por fim, explorar o *manifold* gerado no gargalo do *autoencoder*. Para tanto, execute o notebook

[EC07_P1_AE_MNIST.ipynb] e procure compreender o que está sendo feito em cada trecho de código (não é preciso reportar esta atividade de compreensão das funcionalidades envolvidas, bastando apresentar o notebook executado). Para as células [Moving along a circle], [Moving along an ellipse] e [Moving along a grid], procure ajustar o intervalo de excursão para melhor explorar a “nuvem de pontos” 2D. Em seguida, execute o notebook [EC07_P2_AE_MNIST.ipynb], que implementa o *autoencoder* utilizando camadas convolucionais, com *downsampling* no codificador e *upsampling* no decodificador, realizando as 4 atividades requeridas.

Atividade prática #08: Processamento de linguagem natural

Nesta atividade, vamos implementar um Encoder-Decoder LSTM para executar uma tarefa análoga à tradução de frases realizada por vários aplicativos da internet, mas envolvendo bem menos “palavras” da linguagem. Trata-se de um preditor de uma sequência de saída a partir de uma sequência de entrada (mapeamento seq2seq). Execute o notebook [EC08_PLN_LSTM.ipynb] e responda as três perguntas apresentadas ao longo do notebook (em cor verde).

Atividade prática #09: Aprendizado por reforço (Deep Q-Learning) para percursos em labirintos

Estude o notebook [EC09_RL_Maze.ipynb], procurando compreender o que está sendo feito em cada trecho de código. Para tanto, é muito relevante acompanhar atentamente as explicações em <https://www.samyzaf.com/ML/rl/qmaze.html>. Atividades práticas:

1. Execute o notebook para o labirinto 5×5 (labirintos maiores tornam o aprendizado mais demorado, mas poderiam ser considerados), apresentando os resultados do treinamento até a convergência.
2. Responda as três questões apresentadas ao final do notebook.