



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UNIRIO.
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA – CCET
ESCOLA DE INFORMÁTICA APLICADA – EIA

| Programa de disciplina Tópicos Avançados em Algoritmos I – TIN0145 | | |
|--|----------------------------|-------------|
| CURSO: Bacharelado em Sistemas de Informação | | |
| DEPARTAMENTO: Informática Aplicada | | |
| DISCIPLINA: Tópicos Avançados em Algoritmos I | | |
| CÓDIGO: TIN0145 | TIPO: Optativa | |
| CARGA HORÁRIA: 60 horas | Nº DE CRÉDITOS: 4 créditos | PERÍODO: 5º |
| PROFESSOR(ES): Pedro Nuno de Souza Moura | | |
| MATRÍCULA SIAPE: 2084385 | | |
| EMENTA: Apresentação das principais arquiteturas de Aprendizagem Profunda (<i>Deep Learning</i>). Redes Neurais <i>Feedforward</i> . Redes Neurais Convolucionais. Máquina Restrita de <i>Boltzmann</i> . Redes Recorrentes. <i>Autoencoder</i> . Redes Generativas Adversarias. Aprendizado por Reforço. Aplicações a problemas de diversas áreas. | | |
| PRÉ-REQUISITOS: Estruturas de Dados I – TIN0114 | | |
| OBJETIVOS DA DISCIPLINA: Permitir ao aluno entender o funcionamento das principais arquiteturas de Aprendizagem Profunda e aprender a identificar situações em que pode aplicar cada uma dessas arquiteturas. | | |
| METODOLOGIA: Exposição de conteúdo no <i>Moodle</i> da disciplina selecionado através de curadoria: vídeos no <i>YouTube</i> , animações dos algoritmos, aplicações interativas e códigos no <i>GitHub</i> para exemplificar. Encontros remotos semanais de 2hs com os alunos às quintas-feiras às 20hs. Aprendizagem baseada em projetos, de maneira que os alunos apliquem em projetos em grupo o conhecimento adquirido nos tópicos da disciplina. | | |
| CONTEÚDO PROGRAMÁTICO: 1. Introdução às Redes Neurais 1.1. Regressão Linear 1.2. Primeiro Modelo de rede de neurônios artificiais: Perceptron 1.3. Conceito de Função de Ativação 1.4. Treinando o Modelo 2. Redes Neurais Multicamadas (Rede <i>Feedforward</i>) 2.1. Principais Funções de Ativação | | |

- 2.2. Funções de custo
- 2.3. *Backpropagation*
- 3. Redes Neurais Convolucionais
 - 3.1. Camada de Convolução
 - 3.2. Camada de *Pooling*
 - 3.3. Reconhecimento de Números Escritos à Mão (MNIST)
- 4. Máquina Restrita de *Boltzmann* (RBM)
- 5. Redes Neurais Recorrentes (RNN)
 - 5.1. *Long Short-Term Memory* (LSTM)
- 6. Redes Generativas Adversariais (GANs)
 - 6.1. Desafios
- 7. Aprendizado por Reforço
 - 7.1. Aprendizado por Reforço Profundo
- 8. Arquiteturas Compostas
- 9. Aplicações a problemas de diversas áreas, como classificação/geração de imagens, classificação/geração de música e etc.

CRONOGRAMA:

Cronograma da disciplina por semana

| | |
|-----------|---|
| Semana 1 | Introdução às Redes Neurais: Regressão Linear e Perceptron |
| Semana 2 | Introdução às Redes Neurais: Função de Ativação e Treinando o Modelo |
| Semana 3 | Redes Neurais Multicamadas: Principais Funções de Ativação e Funções de Custo |
| Semana 4 | Redes Neurais Multicamadas: <i>Backpropagation</i> |
| Semana 5 | Redes Neurais Convolucionais: Camada de Convolução e Camada de <i>Pooling</i> |
| Semana 6 | Redes Neurais Convolucionais: Reconhecimento de Números Escritos à Mão (MNIST) |
| Semana 7 | Redes Neurais Recorrentes (RNN): <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM) |
| Semana 8 | Aplicações de LSTM e Máquina Restrita de Boltzmann (RBM) |
| Semana 9 | Redes Generativas Adversariais (GANs) |
| Semana 10 | Aprendizado por Reforço: Aprendizado por Reforço Profundo |
| Semana 11 | Apresentação dos Projetos Realizados pelos Alunos e Entrega do Relatório Final |
| Semana 12 | Entrega das Médias Parciais e Prova Final |

EXAMES E AVALIAÇÕES:

Desenvolvimento de um projeto em duplas ao longo do semestre. Caso a turma seja muito pequena, os projetos serão realizados individualmente. Cada dupla terá que escolher um *dataset* pertencente a um determinado domínio e aplicar diversas arquiteturas de redes profundas a esse conjunto de dados, utilizando a API *Keras* do *Python*.

Na última semana de aula, serão realizadas as apresentações finais dos projetos desenvolvidos pelos alunos e a entrega de um relatório descrevendo as redes profundas modeladas e implementadas, além dos experimentos computacionais realizados.

A Média Parcial **MP** corresponde à nota do projeto confeccionado. O projeto será avaliado com base em três eixos: (i) modelagem das arquiteturas de redes neurais testadas; (ii) qualidade dos experimentos realizados; e (iii) qualidade do relatório apresentado.

Se **MP** ≥ 7 , então o aluno está Aprovado.

Se $4 \leq MP < 7$, então o aluno está em Prova Final.
Se $MP < 4$, então o aluno está Reprovado.

A Média Final **MF** é obtida através da seguinte fórmula: $MF = (MP + PF) / 2$.

FERRAMENTAS DIGITAIS UTILIZADAS:

Livro disponível online: Goodfellow, Ian. *Deep Learning*. Disponível em: <<https://www.deeplearningbook.org/>>. Acesso em: 30 ago. 2020.

Vídeos disponíveis no *YouTube*:

Redes Neurais Multicamadas: Vídeo “*But what is a Neural Network?*” do canal *3Blue1Brown*. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=aircAruvnKk&t=4s>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

Gradiente Descendente: Vídeo “*Gradient descent, how neural networks learn*” do canal *3Blue1Brown*. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=IHZwWFHwa-w>>. Acesso em: 08 de fev. de 2021.

Backpropagation: Vídeo “*What is backpropagation really doing?*” do canal *3Blue1Brown*. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Ilg3gGewQ5U>>. Acesso em: 20 de jul. de 2020.

Vídeo “*Backpropagation calculus*” do canal *3Blue1Brown*. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=tIeHLnjs5U8>>. Acesso em: 20 jul. de 2020.

Redes Neurais Convolucionais: Vídeo “*Deep Visualization Toolbox*”. Disponível: <<https://www.youtube.com/watch?v=AgkflQ4IGaM&feature=youtu.be>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

Vídeo “*A friendly introduction to Convolutional Neural Networks and Image Recognition*”. Disponível: <<https://www.youtube.com/watch?v=2-Ol7ZB0MmU>>. Acesso em: 08 fev. 2021.

Aplicações de Redes Neurais Convolucionais: Aplicação *Artbreeder*. Disponível em: <<https://artbreeder.com>>. Acesso: 22 jul. 2020.

Vídeo “*Introduction to Artbreeder*”. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?time_continue=53&v=IlrMkHaCosw&feature=emb_logo>. Acesso em: 22 jul. 2020.

Redes Generativas Adversariais (GANs): Site “*This Person Does Not Exist*”. Disponível em: <<https://thispersondoesnotexist.com>>. Acesso em: 23 jul. 2020.

Vídeo “*Generative Adversarial Networks (GANs) – Computerphile*” do canal *Computerphile*. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Sw9r8CL98N0&t=223s>>. Acesso em: 23 jul. 2020.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. Krohn, Jon; Beyleveld, Grant; Bassens, Aglaé. *Deep Learning Illustrated: A Visual, Interactive Guide to Artificial Intelligence*. Addison-Wesley Professional, 2020.
2. Goodfellow, Ian. *Deep Learning*. The Mit Press, 2016.

3. Aggarwal, Charu C.. *Neural Networks and Deep Learning: A Textbook*. Springer, 2018.
4. Briot, Jean-Pierre; Hadjeres, Gaëtan; Pachet, François-David. *Deep Learning for Music Generation*. Springer, 2020.
5. Chollet, François. *Deep Learning with Python*. Manning Publications, 2017.
6. Foster, David. *Generative Deep Learning*. O'Reilly, 2019.
7. Graesser, Laura; Loon Keng, Wah. *Foundations of Deep Reinforcement Learning: Theory and Practice in Python*. Addison-Wesley Professional, 2019.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. LeCun, Yann; Bengio, Yoshua; Hinton, Geoffrey. Deep Learning. In: Nature. vol. 521. p. 436–444. 2015.
2. Goodfellow, Ian J.; Pouget-Abadie, Jean; Mirza, Mehdi; Xu, Bing; Warde-Farley, David; Ozair, Sherjil; Courville, Aaron; Bengio, Yoshua. Generative Adversarial Networks. 2014. arXiv: 1406.2661.
3. Kelleher, John D. Deep Learning (The MIT Press Essential Knowledge series). The MIT Press. 2019.
4. Leskovec, Jure; Rajaraman, Anand. Ullman, Jeffrey. Mining of Massive Datasets. 3ª ed. Cambridge University Press, 2020.
5. Skansi, Sandro. Introduction to Deep Learning: From Logical Calculus to Artificial Intelligence (Undergraduate Topics in Computer Science). Springer, 2018.
6. Machine Learning Mystery – Making Developers Awesome at Machine Learning. Disponível em: <<https://machinelearningmastery.com/>>. Acesso em: 03 jul. 2020.
7. A Neural Network Playground. Disponível em: <<https://playground.tensorflow.org/>>. Acesso em: 09 jul. 2020.

Assinatura do professor: