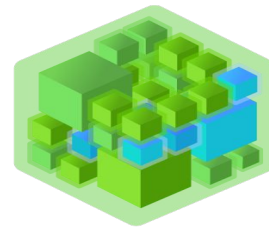




Deep Learning

Prof. Alberto Ferreira De Souza



lcad
LABORATÓRIO DE COMPUTAÇÃO
DE ALTO DESEMPENHO

- **Books:**

- Goodfellow, Bengio, Courville: Deep Learning – <http://www.deeplearningbook.org>
- Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning - <http://www.springer.com/gp/book/9780387310732>
- Zhang, Lipton, Li, Smola: Dive into Deep Learning – <http://d2l.ai>
- Deisenroth, Faisal, Ong: Mathematics for Machine Learning – <https://mml-book.github.io>
- Petersen, Pedersen: The Matrix Cookbook - http://cs.toronto.edu/~bonner/courses/2018s/csc338/matrix_cookbook.pdf



- **Courses:**

- A Geiger: Deep Learning – <https://uni-tuebingen.de/fakultaeten/mathematisch-naturwissenschaftliche-fakultaet/fachbereiche/informatik/lehrstuehle/autonomous-vision/teaching/lecture-deep-learning/>
- McAllester (TTI-C): Fundamentals of Deep Learning - <http://mcallester.github.io/ttic-31230/Fall2020/>
- Leal-Taixe, Niessner (TUM): Introduction to Deep Learning - <http://niessner.github.io/l2DL/>
- Grosse (UoT): Intro to Neural Networks and Machine Learning - http://www.cs.toronto.edu/~rgrosse/courses/csc321_2018/
- Li (Stanford): Convolutional Neural Networks for Visual Recognition - <http://cs231n.stanford.edu/>
- Abbeel, Chen, Ho, Srinivas (Berkeley): Deep Unsupervised Learning - <https://sites.google.com/view/berkeley-cs294-158-sp20/home>



- **Tutorials:**

- The Python Tutorial - <https://docs.python.org/3/tutorial/>
- NumPy Quickstart - <https://numpy.org/devdocs/user/quickstart.html>
- PyTorch Tutorial - <https://pytorch.org/tutorials/>

- **Frameworks / IDEs:**

- Eclipse - <https://www.eclipse.org/downloads/>
- Google Colab - <https://colab.research.google.com>

Prerequisites



lcad



- Basic computer science skills
 - Variables, functions, loops, classes, algorithms
- Basic Python coding skills
 - If you haven't written Python code before, follow:
 - <https://docs.python.org/3/tutorial/>
- Basic math skills
 - Linear algebra, probability and information theory
- If unsure, please read Chapters 1-4 of:
 - <http://www.deeplearningbook.org>



Linear Algebra:

- ▶ Vectors: $\mathbf{x}, \mathbf{y} \in \mathbb{R}^n$
- ▶ Matrices: $\mathbf{A}, \mathbf{B} \in \mathbb{R}^{m \times n}$
- ▶ Operations: $\mathbf{A}^T, \mathbf{A}^{-1}, \text{Tr}(\mathbf{A}), \det(\mathbf{A}), \mathbf{A} + \mathbf{B}, \mathbf{AB}, \mathbf{Ax}, \mathbf{x}^T \mathbf{y}$
- ▶ Norms: $\|\mathbf{x}\|_1, \|\mathbf{x}\|_2, \|\mathbf{x}\|_\infty, \|\mathbf{A}\|_F$
- ▶ SVD: $\mathbf{A} = \mathbf{UDV}^T$

Probability and Information Theory:

- ▶ Probability distributions: $P(X = x)$
- ▶ Marginal/conditional: $p(x) = \int p(x, y)dy$, $p(x, y) = p(x|y)p(y)$
- ▶ Bayes rule: $p(x|y) = p(y|x)p(x)/p(y)$
- ▶ Conditional independence: $x \perp\!\!\!\perp y \mid z \Leftrightarrow p(x, y|z) = p(x|z)p(y|z)$
- ▶ Expectation: $\mathbb{E}_{x \sim p} [f(x)] = \int_x p(x) f(x) dx$
- ▶ Variance: $\text{Var}(f(x)) = \mathbb{E} [(f(x) - \mathbb{E}[f(x)])^2]$
- ▶ Distributions: Bernoulli, Categorical, Gaussian, Laplace
- ▶ Entropy: $H(x)$, KL Divergence: $D_{KL}(p||q)$



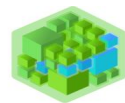
- [lec_01_introduction-alberto.pdf](#)
 - Seção 1.2 History of Deep Learning



- Humanos são autônomos.
- Nossas capacidades cognitivas fundamentais que viabilizam nossa autonomia estão relacionadas aos nossos sentidos e diversos tipos de memória.
- De destaque, citamos a nossa memória de longo prazo de dados sensoriais e conceitos associados, nossa memória procedural, nossa memória episódica e nossa memória de trabalho.



- Os recentes avanços na área de Deep Learning nos permitem hoje implementar sistemas com memória de longo prazo de dados sensoriais e conceitos associados que rivalizam a humana, abrindo espaço para uma imensa gama de aplicações para esta tecnologia (reconhecimento de pessoas em imagens, por exemplo).
- O que está por trás destes resultados?
 - As redes aprendem a mapear de um conjunto infinito de possibilidades para aquelas que aproximadamente obdecem as leis naturais!
 - Uma imagem de 1.000 x 1.000 possui 1.000.000 de pixels, cada um com 3 bytes (24 bits)
 - Quantas imagens deste tamanho são possíveis?
 - $2^{24.000.000}$
 - Contudo, a física do mundo não permite todas estas imagens, mas apenas uma parte infinitesimal delas



- A memória procedural, que a rigor é também uma memória de longo prazo, já foi implementada na forma de redes neurais recorrentes, especialmente LSTM (acopladas eventualmente a outros tipos de redes neurais profundas)
- Já existem, também, aplicações em que rivalizam a memória procedural humana, como aquelas associadas à produção de voz e texto (tradução, por exemplo).
- Os grandes desafios científicos e tecnológicos estão hoje no desenvolvimento de sistemas computacionais que viabilizem a implementação
 - da memórias episódica
 - e da memória de trabalho.

This is My Take



lcad



- Nossa memória episódica nos permite recordar sequências de eventos conectados no tempo dos quais participamos (episódios) e é também uma memória de longo prazo.
- Nossa memória de trabalho - de curto prazo - integra informações sensoriais com dados recuperados de todas as nossas memórias de longo prazo (de dados sensoriais e conceitos associados, procedural, e episódica) para produzir uma gama de comportamentos.



- Tecnologia que emule estas duas memórias, se disponível para robôs e outros sistemas autonomizáveis, vai revolucionar a indústria e outros setores da atividade humana.
- Vale destacar que as memórias de longo prazo procedural e de dados sensoriais e conceitos associados ainda oferecem importantes desafios de pesquisa.
- De fundamental importância também é o desenvolvimento de tecnologia para agregar memória de longo prazo adicional automaticamente (aprendizado de máquina contínuo).
- Existem doenças humanas que mostram como ficamos debilitados quando perdemos a capacidade de formar novas memórias de longo prazo.



- Buscamos, no LCAD, desenvolver ciência e tecnologia que viabilizem a implementação de uma ***Inteligência Computacional Autônoma*** (ICA)
- Se implantada em um caminhão de entregas por exemplo, uma ICA seria capaz de realizar todas as interações com humanos, máquinas e sistemas (como o de trânsito) necessárias para realizar as entregas de produtos de uma distribuidora para os locais de comércio que vendem os produtos distribuídos.
- Imagine por exemplo uma empresa distribuidora de biscoitos de uma determinada marca.
- O dono/gerente desta empresa se comunicaria verbalmente com um caminhão com ICA descrevendo para ele que três conjuntos de produtos seriam carregados no caminhão para serem entregues em três supermercados.



- O caminhão, então, se dirigiria ao depósito da Distribuidora para receber os três conjuntos de carga.
- Ele acompanharia (por meio de câmeras e conversando com os carregadores) o carregamento e, quando este estivesse terminado, se dirigiria a cada um dos supermercados para a entrega das mercadorias.
- Em cada supermercado o caminhão dialogaria verbalmente com os responsáveis pelas entregas e acompanharia o processo de descarga.
- Ao fim de todo o processo, o caminhão retornaria para a Distribuidora para novo ciclo de entregas.

This is My Take



lcad



https://www.youtube.com/watch?v=bv6wC_CxgqJU&feature=emb_logo



- [lec_01_introduction-alberto.pdf](#)
 - Seção 1.3 Machine Learning Basics