



Computação Neuromórfica

O que é isso? Como se usa Python nisso?

AGENDA

- Neurociência
- Computação
- Computação Neuromórfica
- Lei de Moore
- Implicações Sociais
- Python

Neurociência

- 1970 – Sociedade de Neurociências
- Interdisciplinaridade
 - > Medicina, biologia, psicologia, física , química e matemática
- Níveis de Análise:
 - > Moleculares
 - > Celulares
 - > Sistemas
 - > Comportamentais
 - > Cognitivas
- Observação, replicação, interpretação, verificação

Computação

Software

- Conjunto de componentes lógicos de um computador ou sistema de processamento de dados; programa, rotina ou conjunto de instruções que controlam o funcionamento de um computador; suporte lógico.

Hardware

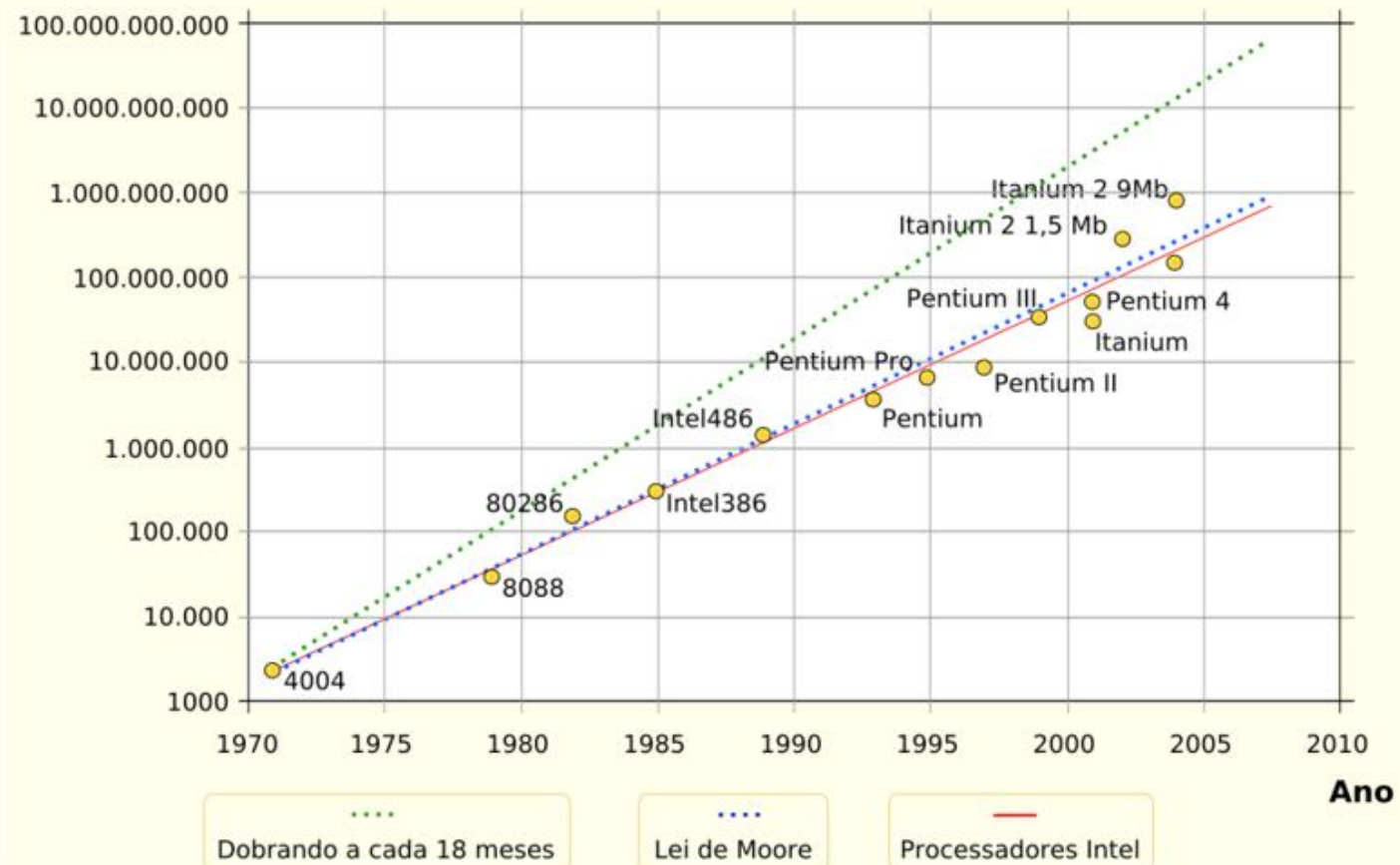
- Equipamento mecânico necessário para realização de uma determinada atividade.
- Conjunto dos componentes físicos (material eletrônico, placas, monitor, equipamentos periféricos etc.) de um computador.

Computação Neuromórfica

- Também conhecida como Engenharia Neuromórfica
- Interdisciplinar
- Emular a funcionalidade, principalmente do cérebro
- O cérebro não executa instruções codificadas, mas disparos entre as sinapses
- 10^{16} sinapses por Segundo
- Explorar propriedades físicas e biológicas
- Imitar o comportamento humano
- Usar tecnologia CMOS VLSI através da aplicação de descobertas da cognição

Lei de Moore

Número de Transistores



Níveis de implementação

TABLE I
BRAIN VS COMPUTER

Sl.no	Comparison table		
	Functionality	Brain	Computer
1	Perception	Sense organs	Sensors
2	Data	Spikes	Current
3	Basic component	Neuron	Transistor
4	Signal processing	Analogous/mixed	Digital
5	Transmission	Synaptic activity	Wires
6	Hardware	Brain	Processor
7	Software	Wetware/ Mind	Operating system
8	Memory	hippocampus	Gate capacitance
9	Storage	Monolithic	Modular
10	Logic	Fuzzy	Digital 0/1
11	Connectivity	High	Poorly connected
12	Fan-out	High	Very low
13	Speed	Individually slow Collectively fast	Individually fast collectively slow
14	Power consumption	Low	High
15	Reliability	Redundant	Fault-sensitive
16	Cognition	Exhibited	Yet to exhibit

Retirado da referência 1

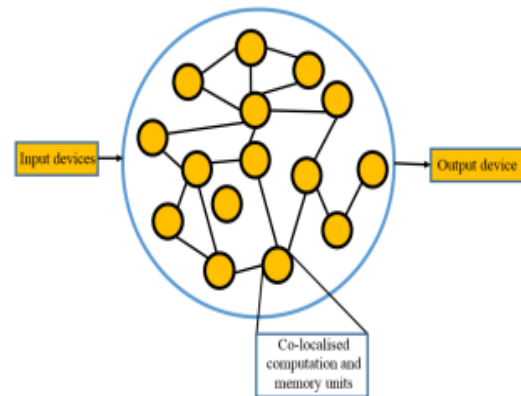
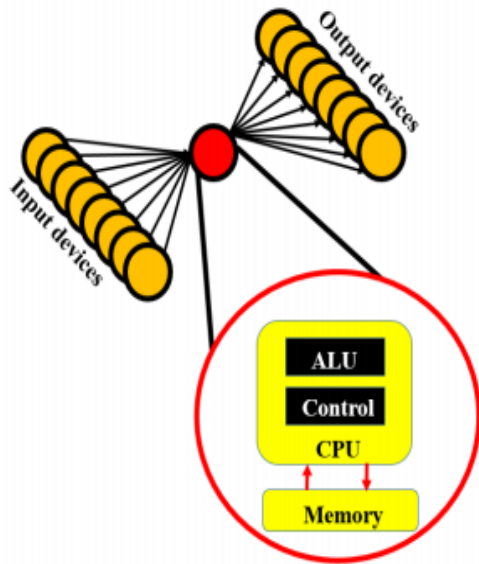
TABLE II
LEVELS OF IMPLEMENTATION

levels	Neuromorphic Correspondence for Implementation Hierarchy		
	Hierarchy	Neuroscience	Electrical science
7	Behavior Level	Mind	Architecture
6	System Level	Brain system	Macro Block
5	Circuit Level	Local Neuronal population	Block/Cell
4	Component Level	Single Neuron	Perceptron
3	Device Level	Synapses	CMOS/ Memristors
2	Membrane Level	Channel Ions	Transistor
1	Protein/ Genetic	Genes	*****

Retirado da referência 1

O encéfalo não executa instruções codificadas, mas disparos entre as sinapses

	von Neumann	Neuromorphic
Representation of the data	Sequence of binary numbers	Spike(event) timings
Memory	1. Volatile 2. Non-volatile	1. Long term memory 2. Short term memory
Plasticity(Learning)	No	Adaptable via: 1. Long-term potentiation and depression 2. Short-term potentiation and depression
Processing	1. Deterministic 2. Centralised 3. Sequential	1. Stochastic 2. Decentralised 3. Parallel



Retirado da referência 7

Retirado da referência 7

Implicações Sociais

- Distúrbios Neurais
- Implantação de sistemas artificiais

Python

Bibliotecas

- Numpy
- Matplotlib
- Nipy

Exemplos

- PCSIM
- Nengo
- PyNN
- PyNCS

NUMPY

Integração com C/C++ e Fortran

Álgebra linear, transformada de Fourier e números aleatórios

Array N-dimensional

Matplotlib

Gráficos

Uma ótima opção ao MATLAB

Nipy

- Nibabel – leitura de neuroimagens
- Niitime – análise de estrutura e função de dados de neuroimagens
- Nilearn – aprendizagem estatística
- PyMVPA – análise de aprendizagem estatística em grandes conjuntos de dados

Dúvidas??

Contatos

- <http://carolinedantas.com/>
- @_caaddss (twitter)
- dantascaroline@outlook.com

1. AHMED, Mohammed Riyaz; SUJATHA, B. K. A review on methods, issues and challenges in neuromorphic engineering. In: Communications and Signal Processing (ICCSP), 2015 International Conference on. IEEE, 2015. p. 0899-0903. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7322626/>>. Acesso em: 09 jan. 2018.
2. BASS, Nils A. **On the concept of space in neuroscience**. Current Opinion in Systems Biology, 2017, 1:32-37. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452310016300221>>. Acesso em: 30 jan. 2018.
3. BULLMORE, Ed; SPORNS, Olaf. **Complex brain networks: graph theoretical analysis of structural and functional systems**. Nature Reviews Neuroscience, v. 10, n. 3, p. 186, 2009. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/nrn2575>>. Acesso em: 30 jan. 2018.
4. CURTO, Carina. What can topology tell us about the neural code?. Bull Amer Math Soc 2017, 54(1):63-78. Disponível em: <<http://www.ams.org/journals/bull/2017-54-01/S02730979-2016-01554-0/>>. Acesso em: 20 jan. 2018
5. JANG, Jun-Woo et al. ReRAM-based synaptic device for neuromorphic computing. In: Circuits and Systems (ISCAS), 2014 IEEE International Symposium on. IEEE, 2014. p. 10541057. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6865320/>>. Acesso em: 08 jan. 2018.
6. KANDEL, Eric et al. Princípios de Neurociências-5. AMGH Editora, 2014.
7. Kasabov, N., Sengupta, N. and Scott, N., 2016, September. From von neumann, John Atanasoff and ABC to Neuromorphic computation and the NeuCube spatio-temporal data machine. In Intelligent Systems (IS), 2016 IEEE 8th International Conference on (pp. 15-21). IEEE. Acesso em: 09 jan. 2018
8. KONG, Xiangnan; YU, Philip S., Brain network analysis a data mining perspective. ACM SIGKDD Explorations Newsletter 15.2 (2014): 30-38. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2641196>>. Acesso em: 12 fev. 2018.
9. LEVI, RAN. "A TOPOLOGICAL TOOLBOX FOR NEUROSCIENCE.". Disponível em: <http://www.sci.kyoto-u.ac.jp/ja/_upimg/kce/dULKcG/files/Kyoto-July-17-Prelim.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2018.
10. LOPES, Isaías L., PINHEIRO, Carlos A.M., SANTOS, Flávia A. O., Inteligência Artificial. 1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 173p
11. MULLER, Eilif, et al. (2015) Python in neuroscience. Front. Neuroinform. 9:11. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fninf.2015.00011/full>>. Acesso em: 09 jan. 2018.
12. REIMANN, Michael W., et.al. Clique of neurons bound into cavities provide on missing link between structure and function. Front. Comput. Neurosci. 11:48. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fncom.2017.00048/full>>. Acesso em: 20 jan. 2018.
13. SPORNS, Olaf. Contributions and challenges for networks models in cognitive neuroscience. Nature Neuroscience. 17(5) 652-660. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/nn.3690>>. Acesso em: 30 jan. 2018