



Resolução Lista

Prof. Fabio M Simoes de Souza e Prof. Javier Roperro
Centro de Matemática, Computação e Cognição

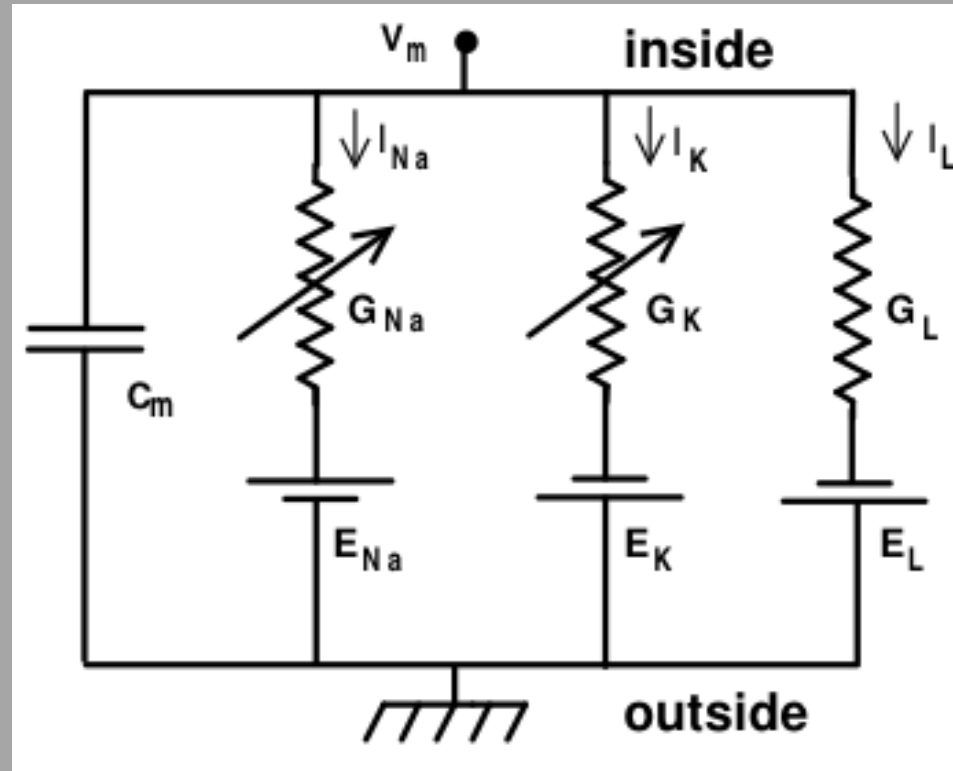
Redes Neurais Realistas

Explique o funcionamento do modelo de Hodgkin-Huxley e a relevância desse modelo para o estudo de redes neurais realistas.

Redes Neurais Realistas

- O modelo de Hodgkin-Huxley consiste em um circuito equivalente que descreve a origem e propagação dos potenciais de ação em neurônios.
- O desenvolvimento desse modelo levou ao prêmio Nobel dos autores envolvidos e serviu como base para o desenvolvimento das redes neurais realistas.

Redes Neurais Realistas



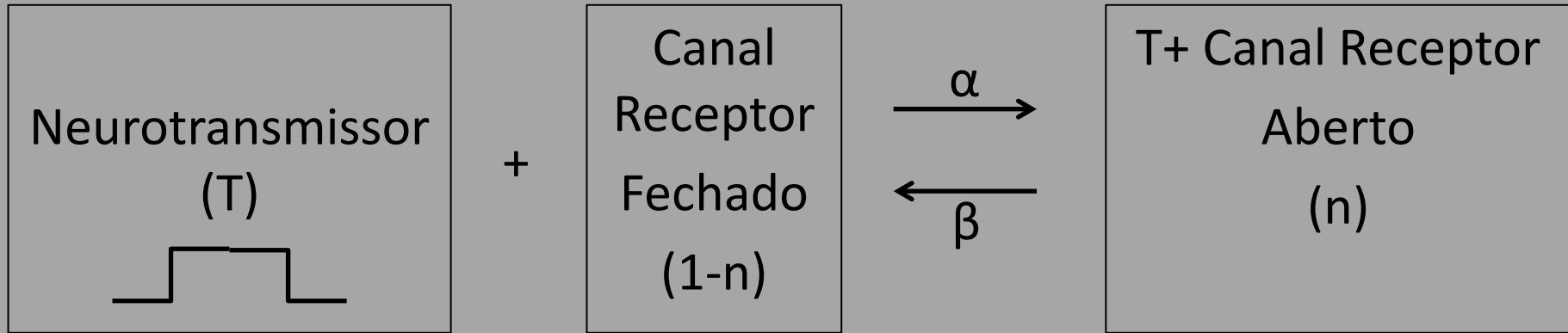
$$I_{ion} = G_{Na}(V_m - E_{Na}) + G_K(V_m - E_K) + G_L(V_m - E_L).$$

Redes Neurais Realistas

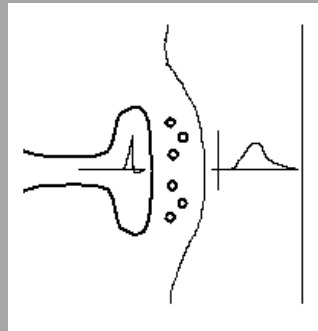
Explique como modelar uma condutância sináptica utilizando o formalismo de Hodgkin-Huxley

Redes Neurais Realistas

$$I_{Sináptica} = g_{sináptica} n(t) (V_m - E_{sináptico})$$



$$\frac{dn}{dt} = \alpha T(1 - n) - \beta n$$

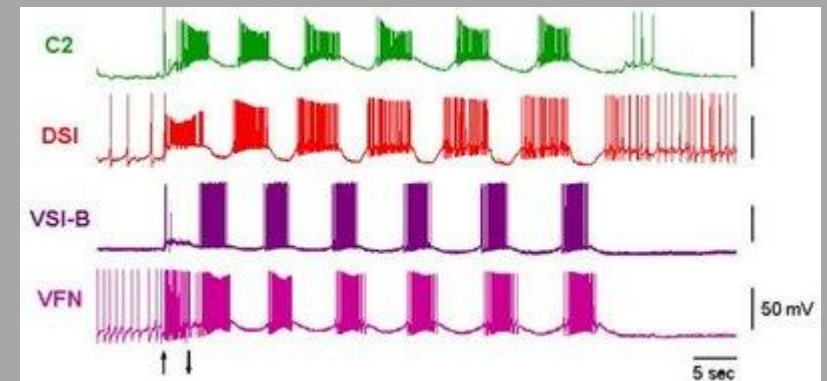
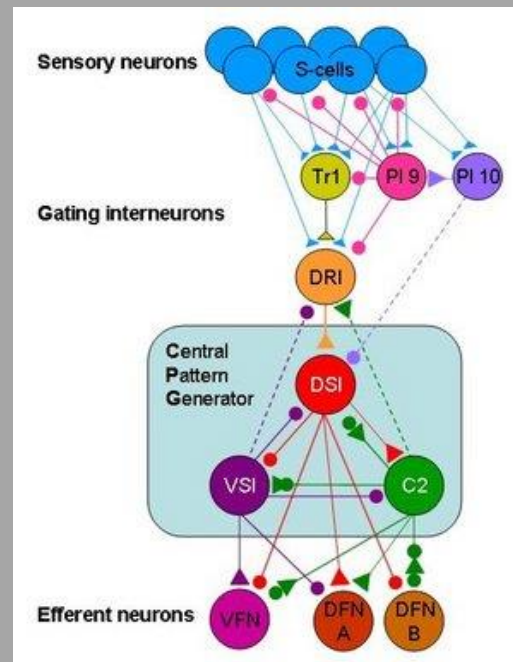


Redes Neurais Realistas

O que é um gerador de padrão central (CPG) e onde ele pode ser encontrado? Descreva um modelo de CPG.

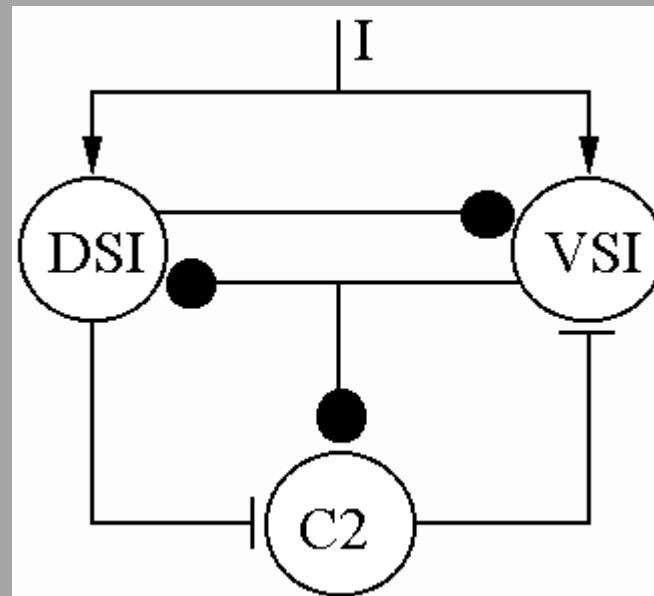
Redes Neurais Realistas

Circuito neural capaz de produzir padrões, geralmente motores, repetitivos.



Redes Neurais Realistas

Modelo do Nado da Tritônia



Redes Neurais Realistas

O que é uma máquina de estado líquido? É possível construir uma máquina dessas utilizando modelos pontuais de neurônios (Leak-integrate and Fire, Izhikevich, etc)? Justifique a sua resposta.

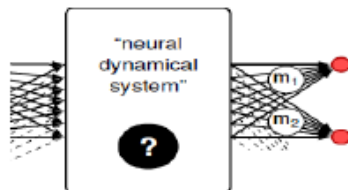
Redes Neurais Realistas

- A máquina de estado líquido é um tipo de rede neural que possui neurônios biofísicos que funcionam como um “reservatório de água” que é utilizado por unidades de saída artificiais que realizam aprendizado supervisionado com correção de erro.
- Dessa forma, neurônios pontuais com disparos, como LIF e IZ podem ser utilizados no reservatório.

Liquid Computing/Reservoir Computing: exploit rich brain dynamics

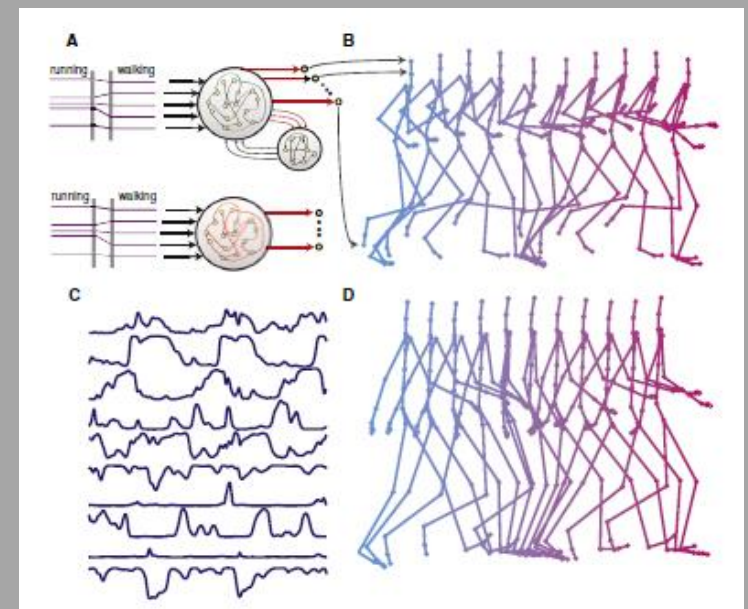
*Maass et al. 2002,
Jaeger and Haas, 2004
Review:
Maass and Buonomano,*

Stream of
sensory inputs



Readout 1

Readout 2



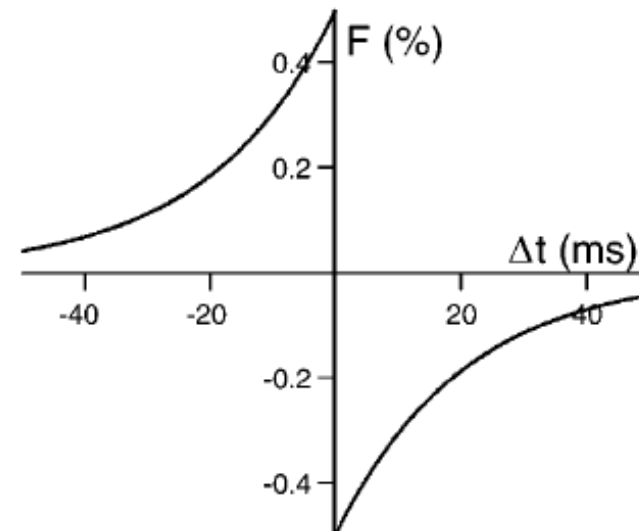
Redes Neurais Realistas

Explique o modelo de Spike-Timing
Dependent Plasticity (STDP) e a sua utilidade.

Redes Neurais Realistas

- STDP: Plasticidade Bidirecional (LTP/LTD).
- Plasticidade Dependente do Momento de Ocorrência dos Disparos Pré e Pós-Sinápticos.
- Esse modelo é útil para criar aprendizagem sináptica em redes biofísicas de neurônios com disparos.
- Pode ser modelado com duas exponenciais que controlam o peso sináptico.

$$F(\Delta t) = \begin{cases} A_+ \exp(\Delta t/\tau_+) & \text{if } \Delta t < 0 \\ -A_- \exp(-\Delta t/\tau_-) & \text{if } \Delta t \geq 0 \end{cases}$$



Algoritmos de Enxames

Explique o princípio biológico que fundamenta os algoritmos de formigas.

Algoritmos de Enxames

- Auto-organização: Regras locais simples que geram um comportamento global inteligente.



Algoritmos de Enxames

O que significa o princípio de “emergência”
em técnicas de IA.

Algoritmos de Enxames

- Comportamento populacional emergente (propriedades emergentes) construído de baixo para cima (bottom-up).
- Regras simples que respondem as informações locais.



<https://en.wikipedia.org/wiki/Centibots>

Algoritmos de Enxames

Porque esse princípio se aplica em algoritmos de enxames.

Algoritmos de Enxames

- A organização dos enxames se baseia na auto-organização populacional emergente de regras locais simples.
- Por exemplo, reconhecimento de trilhas de feromônios em formigas leva a sobrevivência do formigueiro em um ambiente complexo.

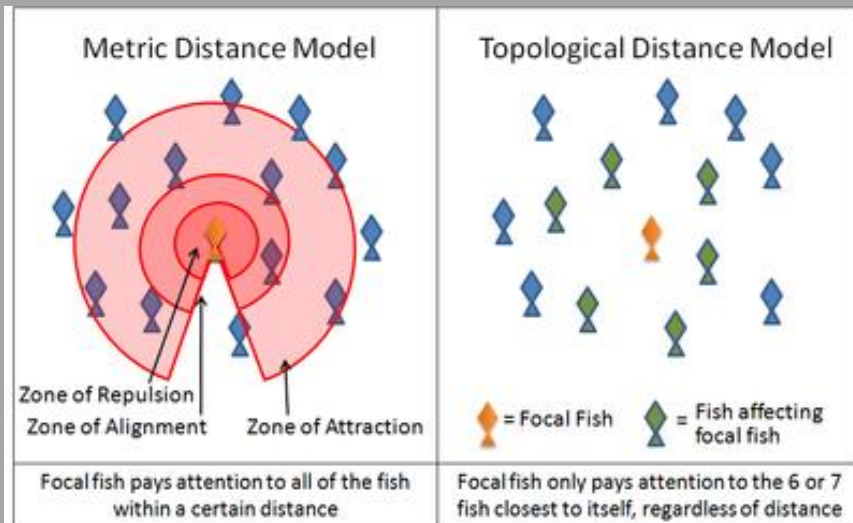


Algoritmos de Enxames

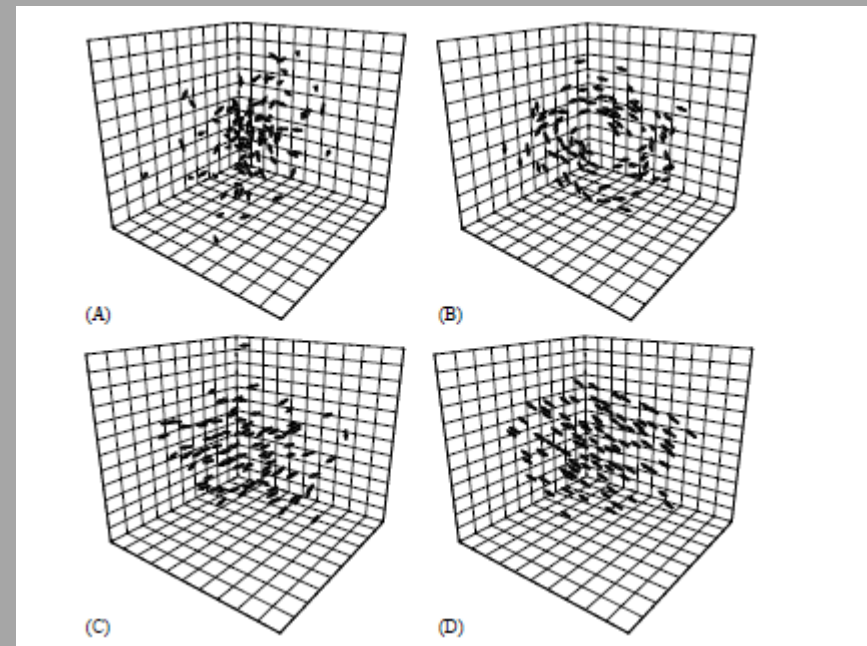
Descreva um modelo de movimento coletivo.

Algoritmos de Enxames

- Modelo de cardume de peixes
- Usando informação local e regras simples, os peixes se mantêm próximos, mas não tão próximos, tentando manter a mesma velocidade que os vizinhos.



https://en.wikipedia.org/wiki/File:Metric_vs_topological_distance_for_animal_aggregations.png



Autopoiesis

O que é autopoiesis?

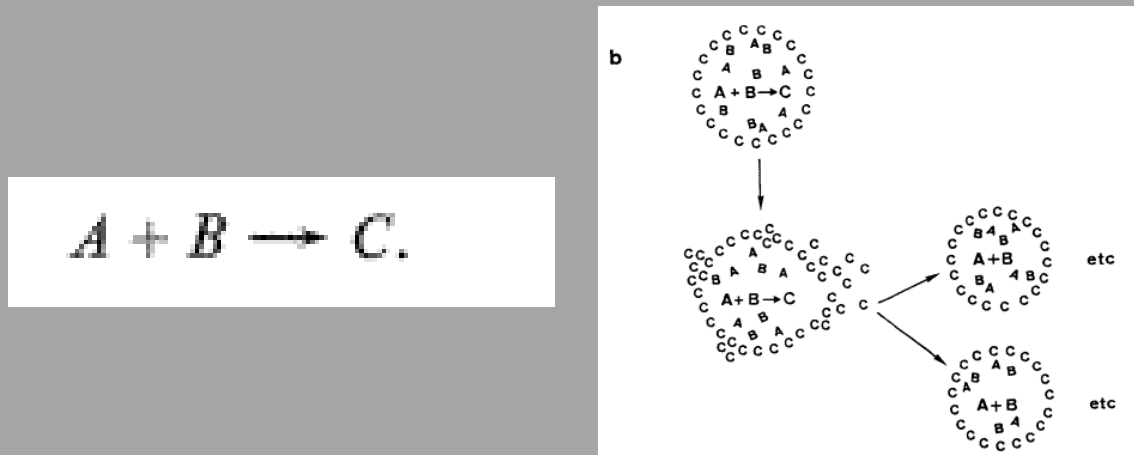
Autopoiesis

Poiesis=Criação, Produção.

Auto= aquilo que é próprio ou que funciona por si mesmo.

Auto-poiesis: O sistema que produz a si mesmo.

Termo cunhado para explicar o processo envolvido com a manutenção da estrutura viva.

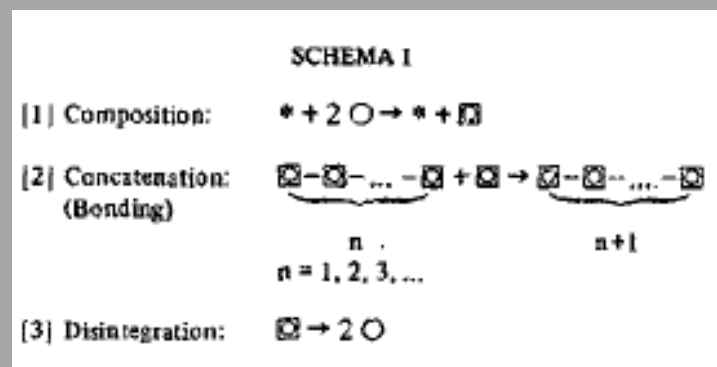
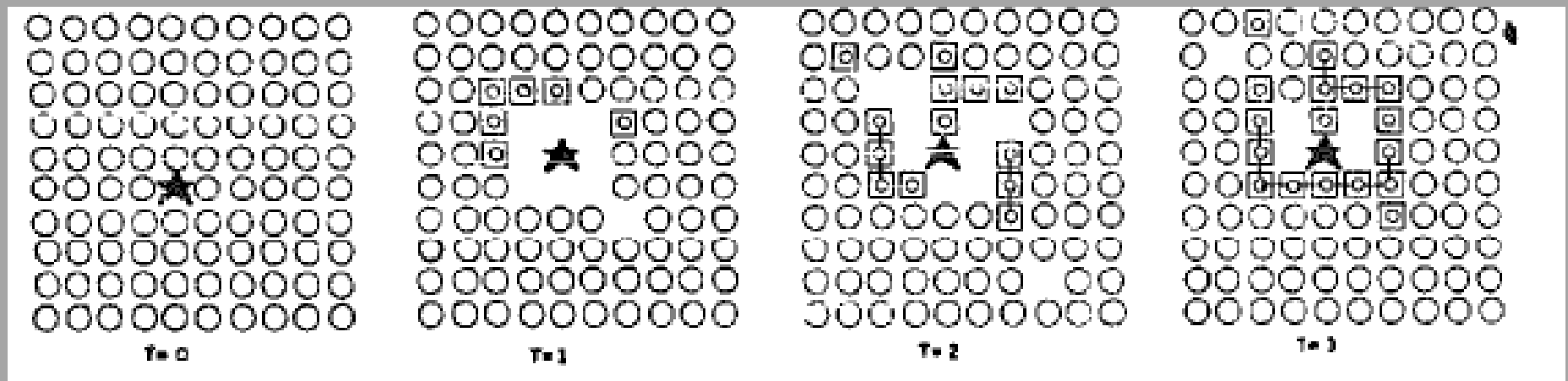


Autopoiesis

Descreva um modelo de autopoiesis.

Autopoiesis

- Um modelo de autopoiesis é o sistema construído por Maturana e Varela, composto por reações que criam e mantêm as bordas físicas do próprio sistema.

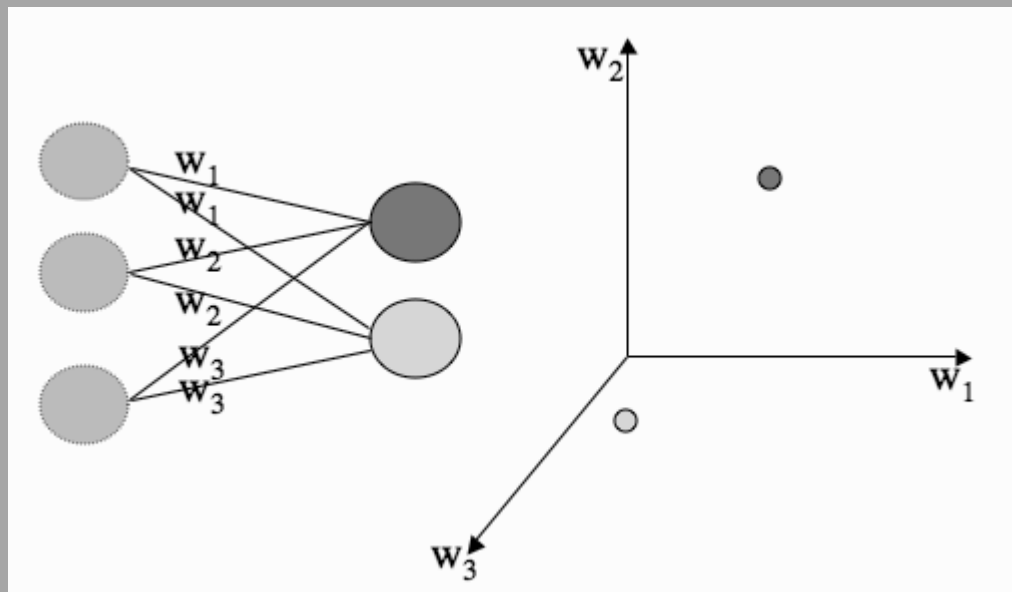


Rede Neurais Competitivas

Porque os pesos de cada neurônio numa rede competitiva representam a localização do vetor “centróide” ou protótipo de cada agrupamento?

Rede Neurais Competitivas

- Posição dos neurônios no espaço de pesos.

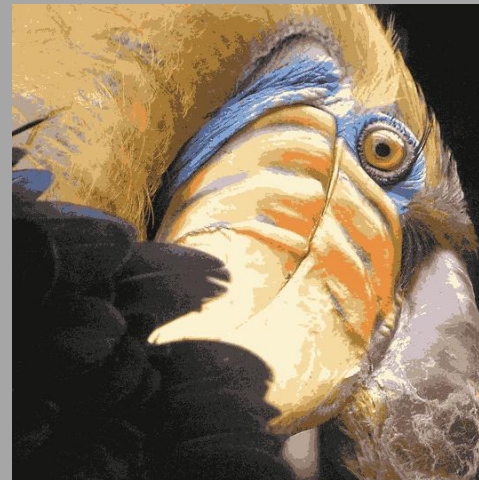
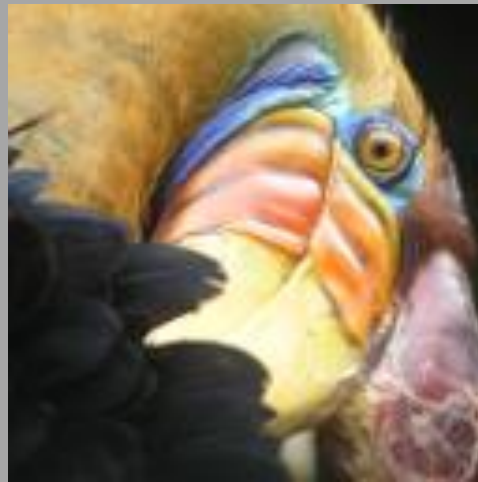


Rede Neurais Competitivas

Cite um exemplo de aplicação de uma rede competitiva.

Rede Neurais Competitivas

- Compressão de dados
- Categorização (clustering) dos dados

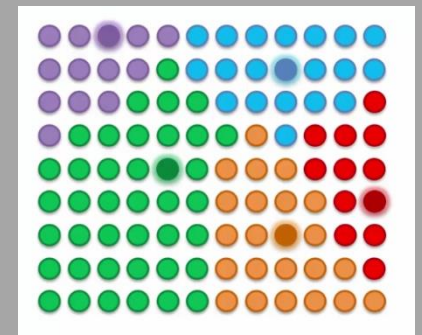
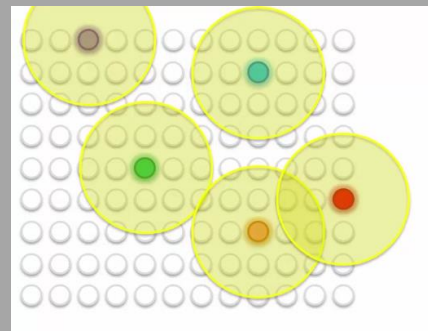
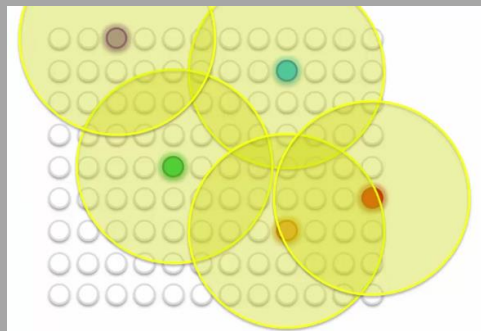
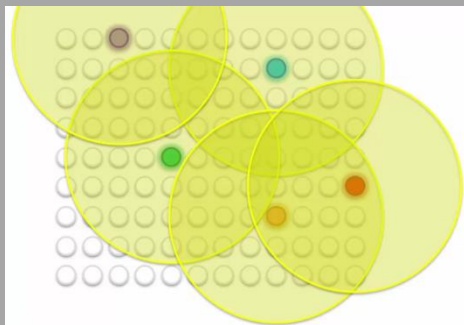


Rede Neurais Competitivas

O que faz a rede SOM ser diferente de uma rede competitiva comum? Ou seja, o que precisa ser acrescentado numa rede competitiva comum para virar uma rede SOM?

Rede Neurais Competitivas

- A rede SOM (Self-Organized map) é diferente de uma rede competitiva comum do tipo K-means.
 - Ambas as redes utilizam os pesos para aproximar os neurônios dos dados de entrada. Porém, na rede SOM, existe interseção de raio de ação dos neurônios e esse raio de ação é gradualmente diminuído ao longo do processo.

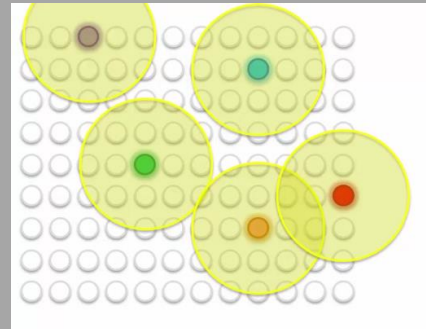
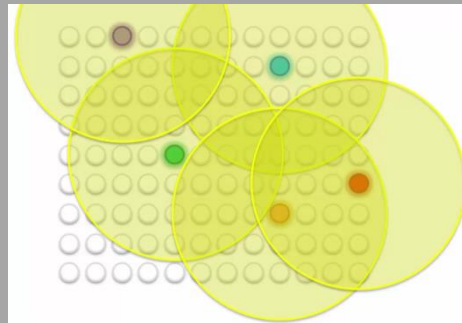


Rede Neurais Competitivas

Por que na rede SOM não acontece que um neurônio possa terminar disparando perante todos os padrões?

Rede Neurais Competitivas

- Justamente porque o raio de ação é gradualmente diminuído para evitar esse processo.

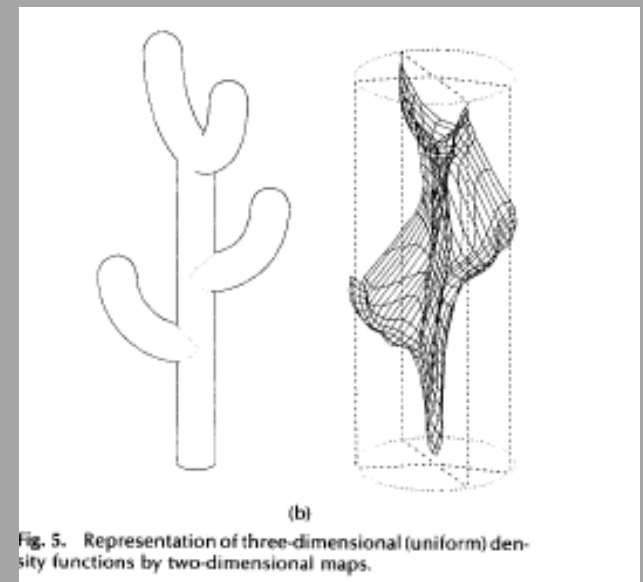
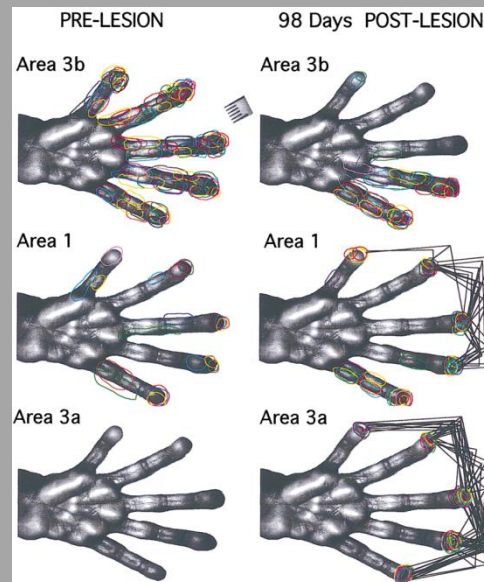
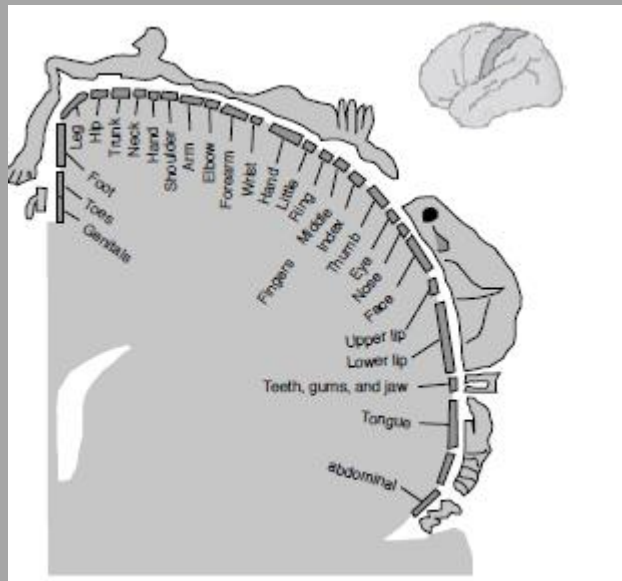


Rede Neurais Competitivas

Porque se fala que a rede SOM de Kohonen preserva a topologia. Porque a rede SOM de Kohonen imita a organização do cérebro? O que é um mapa somatotópico. E tonotópico?

Rede Neurais Competitivas

A rede cria uma representação do estímulo no mapa, da mesma maneira que o córtex somatosensorial cria um mapa somatotópico das entradas somáticas do corpo e o córtex auditivo cria um mapa tonotópico das frequências dos sons no córtex.



Rede Neurais Auto-Associativas

O que é uma rede auto-associativa ou de atratores, e como funciona o armazenamento e recuperação de padrões?

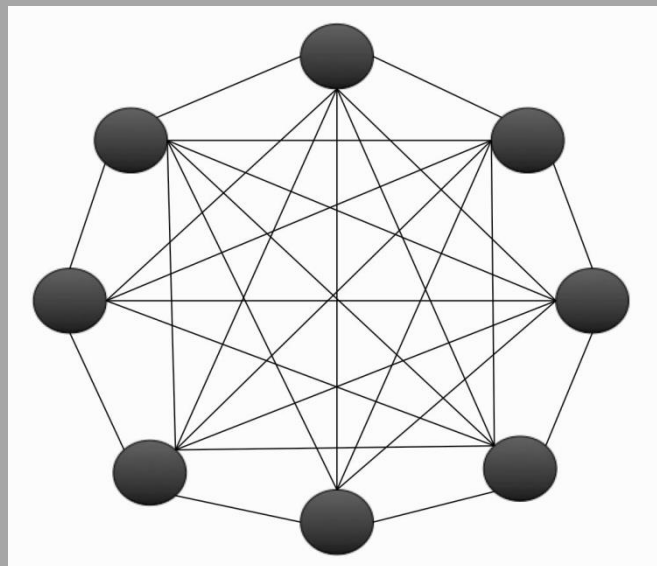
Rede Neurais Auto-Associativas

- A rede auto-associativa ou de atratores é uma arquitetura de rede neural recorrente em que todos os neurônios estão conectados entre si. Um exemplo desse tipo de rede é a rede de Hopfield.
- O armazenamento de padrões nesse tipo de rede neural ocorre através da regra de Hebb, em que neurônios que disparam juntos se fortalecem juntos formando uma assembleia de neurônios co-ativados.

Rede Neurais Auto-Associativas

- A recuperação de padrões deve ao fato de que uma vez ativados alguns neurônios da assembleia, os demais são recrutados completando o padrão aprendido.

Noisy Image.



Noisy Image. Reconstruction Step 3

