

ICMC-USP  
Lista de Exercícios 7 - Auto-Organização  
SCC-5809 - Redes Neurais  
2o. Semestre de 2011 - Prof. João Luís



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO  
Departamento de Ciências de Computação

1. Quais princípios da auto-organização estão relacionados com a Hipótese de Hebb? Explique.
2. Explique, de forma objetiva, o modelo de Linsker.
3. Determine os autovalores e autovetores da matriz  $\mathbf{A}$  da equação 1:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

4. Seja a matriz  $\mathbf{A}$  da equação 2 vista em aula (slide 24):

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 2 & 5 \\ 3 & -4 \end{bmatrix} \quad (2)$$

sabe-se que seus autovalores são  $\lambda_1 = 3,8990$  e  $\lambda_2 = -5,8990$ . Calcule o autovetor para o autovalor  $\lambda_1 = 3,8990$ .

5. Considerando os componentes principais, a equação 3 é conhecida como *análise* e a 4 como *síntese*. Explique o que cada uma significa.

$$a_j = \mathbf{q}_j^T \mathbf{x} = \mathbf{x}^T \mathbf{q}_j, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

$$\mathbf{x} = \mathbf{Q}\mathbf{a} = \sum_{j=1}^m a_j \mathbf{q}_j \quad (4)$$

6. A função  $g(y_j)$  denota uma função não-linear da resposta  $y_j$  usada no algoritmo SOM como descrito pela equação 5. Discuta o que poderia acontecer se o termo constante na série de Taylor de  $g(y_j)$  fosse diferente de zero.

$$\Delta \mathbf{w}_j = \eta y_j \mathbf{x} - g(y_j) \mathbf{w}_j \quad (5)$$

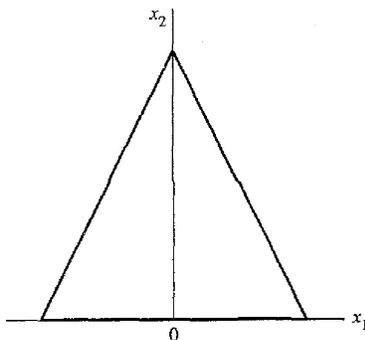
7. Algumas vezes diz-se que o algoritmo SOM *preserva* os relacionamentos topológicos que existem no espaço de entrada. Estritamente falando, essa propriedade pode ser garantida apenas para um espaço de entrada de dimensionalidade igual ou menor que a do retículo neural. Discuta a validade dessa afirmação.

8. É dito que o algoritmo SOM baseado em aprendizado competitivo não apresenta tolerância contra falha de hardware, ainda que o algoritmo seja tolerante a erros, ou seja, uma pequena perturbação aplicada ao vetor de entrada faz a saída saltar do neurônio vencedor para um vizinho. Discuta a implicação dessas duas afirmações.
9. Considere o retículo de neurônios bidimensional treinado com uma distribuição de entrada de três dimensões. O retículo consiste de  $10 \times 10$  neurônios.
  - (a) A entrada é uniformemente distribuída em um estreito volume definido por  $\{(0 < x_1 < 1), (0 < x_2 < 1), (0 < x_3 < 0.2)\}$ . Use o algoritmo SOM para computar uma projeção bidimensional do espaço de entrada depois de 50, 1.000 e 10.000 iterações do algoritmo.
  - (b) Repita a computação para o caso da entrada ser uniformemente distribuída em um largo volume de paralelepípedo definido por  $\{(0 < x_1 < 1), (0 < x_2 < 1), (0 < x_3 < 0.4)\}$ .
  - (c) Repita, mais uma vez, a computação para o caso da entrada ser uniformemente distribuída em um cubo definido por  $\{(0 < x_1 < 1), (0 < x_2 < 1), (0 < x_3 < 1)\}$ .

Discuta as implicações dos resultados das suas simulações computacionais.

10. Nesse experimento, usa-se simulações de computador para investigar o algoritmo SOM aplicado a um retículo unidimensional com uma entrada de duas dimensões (veja exemplo Haykin, 2a. ed., pág. 463). O retículo consiste de 65 neurônios. As entradas consistem de pontos aleatórios uniformemente distribuídos dentro da área triangular mostrada na figura 1. Compute o mapa produzido pelo algoritmo SOM depois de 0, 20, 100, 1.000, 10.000 e 25.000 iterações.

Figure 1: Área triangular [1].



## References

- [1] S. Haykin, *Neural networks - a comprehensive foundation*, 2nd. ed. Prentice Hall, 1999.