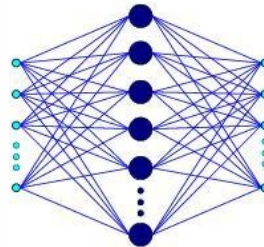


Ciência da Computação

REDE NEURAIS

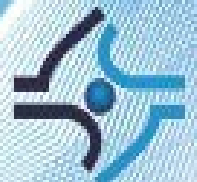
Semestre: 2010/1

AULA 09



Max Pereira

<http://paginas.unisul.br/max.pereira>



UNISUL

Aqui seu futuro acontece

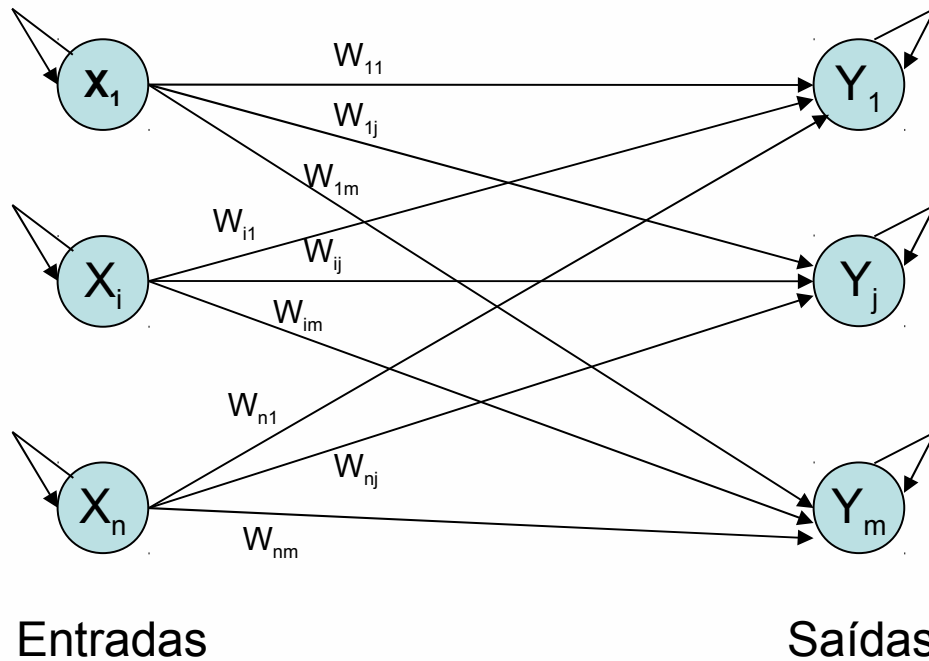
Conteúdo

- Redes BAM (Memória Associativa Bidirecional)
- Exercícios

REDES DE MEMÓRIA ASSOCIATIVA BIDIRECIONAL

- É uma rede heteroassociativa, consistindo de duas camadas.
- Usa o fluxo *forward* e *backward* para produzir uma pesquisa associativa em resposta a um estímulo.
- Aplicações no reconhecimento de imagens.

Memória Associativa Bidirecional



ARQUITETURA

Redes Neurais

Memória Associativa Bidirecional

- A matriz de pesos $W = \{w_{ij}\}$ é dada por:

$$w_{ij} = \sum_p s_i(p) t_j(p)$$

- Onde $s(p)$ é o vetor de entrada, $t(p)$ o vetor de saída e p os padrões ($p=1, 2, \dots, P$)

Memória Associativa Bidirecional

- A função de ativação para a *camada-Y* é:

$$y_j = \begin{cases} 1 & y_in_j > 0 \\ y_j & y_in_j = 0 \\ -1 & y_in_j < 0 \end{cases}$$

- A função de ativação para a *camada-X* é:

$$x_i = \begin{cases} 1 & x_in_i > 0 \\ x_i & x_in_i = 0 \\ -1 & x_in_i < 0 \end{cases}$$

Memória Associativa Bidirecional

Exemplo:

s(1)	. # .	s(2)	. # #
	# . #		# . .
	# # #		# . .
	# . #		# . .
t(1)	(#1, 1#	t(2)	(1#1#

$$W_A = s(1).t(1)$$

$$W_C = s(2).t(2)$$

$$W = W_A + W_C$$

Memória Associativa Bidirecional

$$W_A = \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$W_C = \begin{bmatrix} -1 & -1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ -1 & -1 \\ -1 & -1 \\ 1 & 1 \\ -1 & -1 \\ -1 & -1 \\ 1 & 1 \\ -1 & -1 \\ -1 & -1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} 0 & -2 \\ 0 & 2 \\ 2 & 0 \\ 0 & 2 \\ 0 & -2 \\ -2 & 0 \\ 0 & 2 \\ -2 & 0 \\ -2 & 0 \\ 0 & 2 \\ 0 & -2 \\ -2 & 0 \\ -2 & 0 \\ 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$$

Redes Neurais

Memória Associativa Bidirecional

- Padrão A

$$(-1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ -1 \ 1 \ 1 \ -1 \ 1).W = (-14, 16)$$

$$(-14, 16) \rightarrow (-1, 1)$$

- Padrão C

$$(-1 \ 1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ -1 \ -1 \ -1 \ 1 \ 1).w = (14, 16)$$

$$(14, 16) \rightarrow (1, 1)$$

Memória Associativa Bidirecional

- Para verificar a natureza bidirecional da rede, o vetor Y (saída) pode ser também usado como entrada.
- Para os valores enviados da *camada-Y* para a *camada-X*, a matriz de pesos é a transposta da matriz W .

Memória Associativa Bidirecional

$$w^T = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & -2 & 0 & -2 & -2 & 0 & 0 & -2 & -2 & 2 & 0 \\ -2 & 2 & 0 & 2 & -2 & 0 & 2 & 0 & 0 & 2 & -2 & 0 & 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

Para o vetor de saída associado ao padrão A:

$$(-1, 1).W^T = (-1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ -1 \ 1 \ 1 \ -1 \ 1) \rightarrow \text{Padrão A}$$

Memória Associativa Bidirecional

- Teste com ruídos.

Dado o vetor de saída Y faltando uma informação.

$$(0, 1).W^T = (-2 \ 2 \ 0 \ 2 \ -2 \ 0 \ 2 \ 0 \ 0 \ 2 \ -2 \ 0 \ 0 \ 0 \ 2) \rightarrow (-1 \ 1 \ 0 \ 1 \ -1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ -1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1).$$

É importante notar que as unidades que receberam o valor zero, permaneceram com zero pois o vetor inicial \mathbf{x} é zero.

Memória Associativa Bidirecional

- Dessa forma o vetor resultante \mathbf{x} é mandado de volta para a *camada-Y*.

$$(-1 \ 1 \ 0 \ 1 \ -1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ -1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1) \cdot W \rightarrow (0 \ 1).$$

- O resultado ainda está incorreto, pois a rede não tem como fazer a distinção entre os padrões de saída de A e C.

Memória Associativa Bidirecional

- Mas se tivesse sido informado tanto o vetor de entrada y , como antes, e alguma informação sobre o vetor x , o resultado seria:
- Exemplo:

$y=(0\ 1)$ e $x=(0\ 0\ -1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0)$

$(0, 1).W^T = (-2\ 2\ 0\ 2\ -2\ 0\ 2\ 0\ 0\ 2\ -2\ 0\ 0\ 0\ 2) \rightarrow$

$(-1\ 1\ -1\ 1\ -1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ -1\ 0\ 0\ 0\ 1)$

Memória Associativa Bidirecional

- Iteragindo agora, enviando o vetor \mathbf{x} para *camada-Y*:

$$(-1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ -1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1) \cdot W \rightarrow (-6, 10)$$

$$(-6, 10) \rightarrow (-1, 1).$$

- Se esse padrão for enviado de volta para a *camada-X*, mais uma vez, o padrão **A** será produzido.

Memória Associativa Bidirecional

- Exercício:

Simular o exemplo dado usando o MatLab.