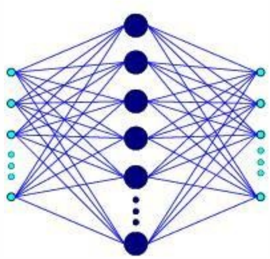
Ciência da Computação

REDE NEURAIS

Semestre: 2010/1

AULA 08



Max Pereira

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

UNISUL

Aqui seu futuro acontece

Conteúdo

- Redes de Memória Associativa
- Exercícios

REDES DE MEMÓRIA ASSOCIATIVA

- Redes de Memória Heteroassociativa
- Redes de Memória Autoassociativa

Memória Heteroassociativa

- Memórias associativas são redes nas quais os pesos são determinados de forma que a rede possa armazenar um conjunto de associações de padrões P.
- Cada associação é um par de vetores ($\mathbf{s}(p)$, $\mathbf{t}(p)$), com $p=1,2,\ldots,P$.
- Cada vetor $\mathbf{s}(p)$ é um vetor com n componentes e cada vetor $\mathbf{t}(p)$ é um vetor com m componentes.

Memória Heteroassociativa

- Os pesos podem ser encontrados usando o <u>produto de vetores</u>. A rede encontrará um vetor de saída que corresponde a um vetor *x* de entrada que também pode ser um dos padrões armazenados **s**(*p*) ou um novo padrão.

$$w_{i,j} = \sum_m a_i^{(m)} . b_j^{(m)}$$

a = vetores de saída no conjunto de treinamento

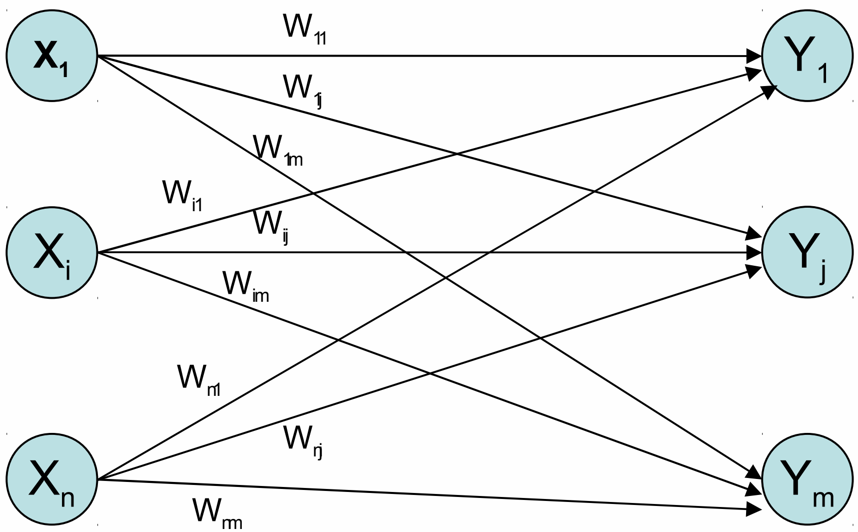
b = vetores de entrada

j = índice dos links de entrada

i = índice dos neurônios de saída

m = índice do conjunto de treinamento

Memória Heteroassociativa



Entradas Saídas

ARQUITETURA

Memória Heteroassociativa

			$s1$	$s2$	$s3$	$s4$				$t1$	$t2$	
Primeiro	s	(	1	0	0	0	)	t	(	1	0	)
Segundo	s	(	1	1	0	0	)	t	(	1	0	)
Terceiro	s	(	0	0	0	1	)	t	(	0	1	)
Quarto	s	(	0	0	1	1	)	t	(	0	1	)

s=(1,0,0,0) e t=(1,0)

O produto dos pares de vetores é o produto da matriz do vetor de treinamento, representado como um vetor **coluna** (*uma matriz n x 1*) e o vetor alvo representado como um vetor **linha** (*uma matriz 1 x m*).

$$W = \sum_{p=1}^{P} s^T(p)t(p)$$

Memória Heteroassociativa

Exemplo:

- Montar uma RNA para fazer as associações:
  - Prof. Max [-1,-1,1,1]

  Redes Neurais [1,-1,1]
  - Prof. Ademar [1,1,-1,-1]

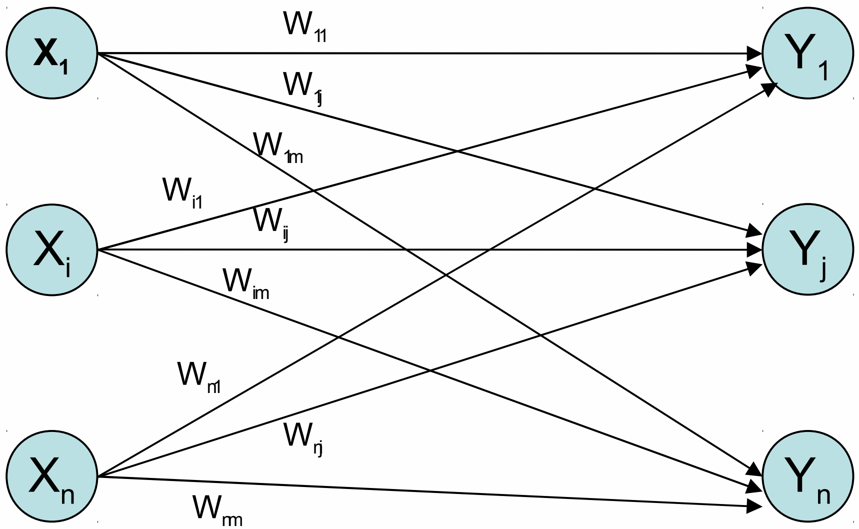
  Programação para Computação [-1,1,1]
  - Prof. Adalberto [1,1,-1,1]

  Cálculo [1,1,-1]

Memória Autoassociativa

- Um tipo especial de memória heteroassociativa;
- Nas redes associativas, durante o treinamento, os vetores de entrada e saída são idênticos;
- Para as redes associativas, os pesos na diagonal principal são zerados;
- Igualar os pesos da diagonal a zero pode melhorar a habilidade da rede na generalização;
- A rede pode ser usada para determinar se um vetor de entrada é “conhecido” (isto é, está armazenado na rede) ou “desconhecido”.

Memória Autoassociativa



Entradas

Saídas

ARQUITETURA

Memória Autoassociativa

Exemplo:

Reconhecimento de um vetor armazenado

O vetor s=(1,1,1,-1) está armazenado com a seguinte matriz de pesos

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

Para testar o vetor de entrada pode-se executar o seguinte procedimento:

(1,1,1,-1).W = (4,4,4,-4) = (1,1,1,-1)

Testando a rede com erros no vetor de entrada:

(0,0,1,-1).W = (2,2,2,-2) = (1,1,1,-1)

(0,1,0,-1).W = (2,2,2,-2) = (1,1,1,-1)

(1,1,0,0).W = (2,2,2,-2) = (1,1,1,-1)

Memória Autoassociativa

Exemplo:Reconhecimento da Letra Z

Associar a entrada 01011010 (ASCII Z em binário) com a saída 01011010.

Passos

- Calcular a matriz de pesos
- Zerar a diagonal principal
- Usar a função de transferência
- Testar com a entrada 01011010
- Testar com a entrada 01010010 (1 bit de erro)

Memória Autoassociativa

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Memória Autoassociativa

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \\ 0 \\ 2 \\ 3 \\ 0 \\ 2 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Rede Autoassociativa Iterativa

- Em determinados casos a rede autoassociativa não responde de forma correta a um sinal de entrada;
- Nesse caso, pode-se usar a saída informada pela rede como uma nova entrada.

Rede Autoassociativa Iterativa

Exemplo:

Usando o vetor armazenado (1,1,1,-1) com a matriz de pesos:

$$w = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 0 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Utilizando como teste o vetor de entrada (1,0,0,0):

(1,0,0,0).W = (0,1,1,-1) → iteração

(0,1,1,-1).W = (3,2,2,-2) → (1,1,1,-1)

Dessa forma, para o vetor de entrada, a rede produz a resposta correta em duas iterações.

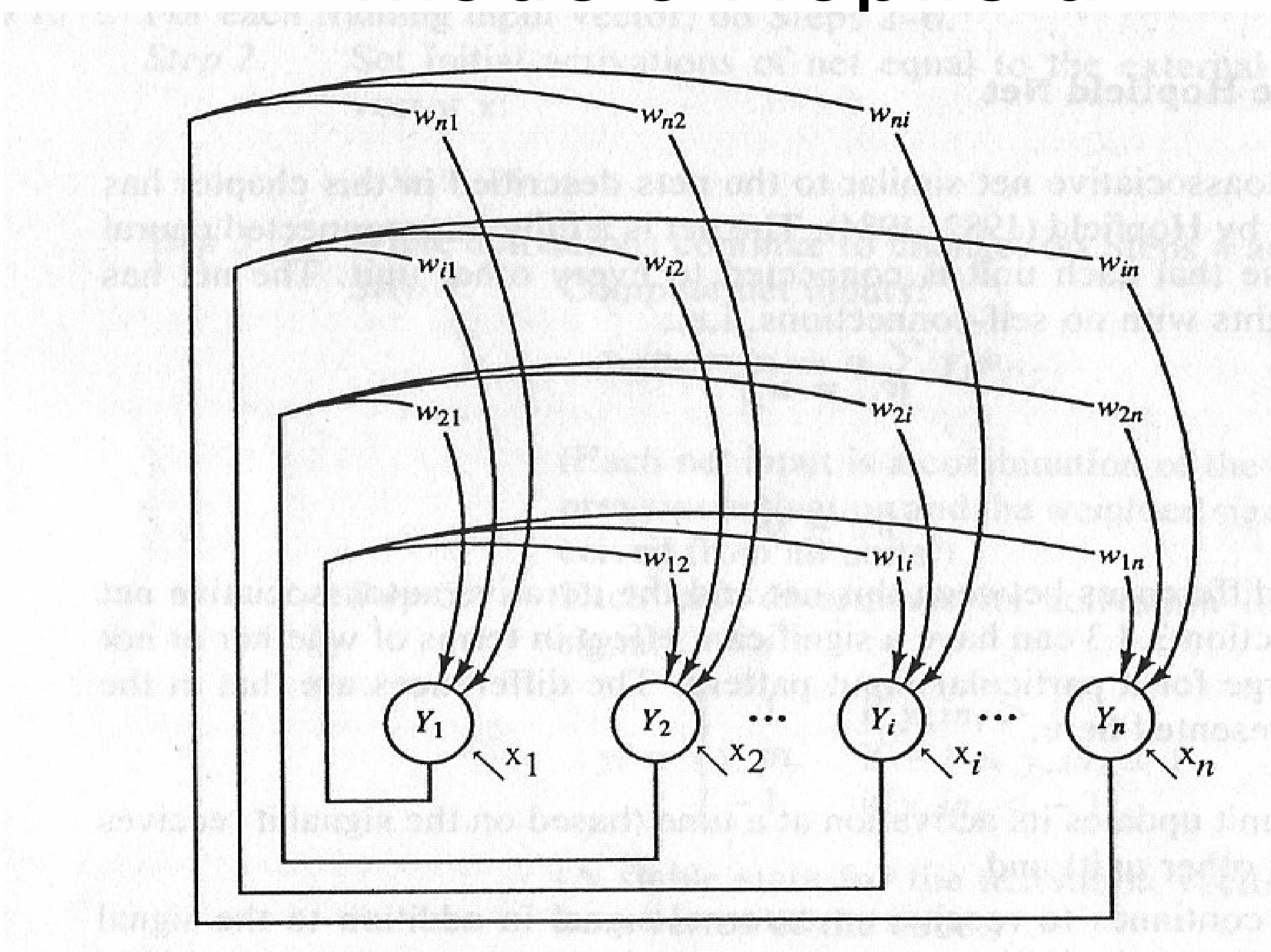
Rede Autoassociativa Iterativa

O esquema iterativo de *feedback* permite que simplesmente as unidades de entrada e saída tornem-se as mesmas.

Nesse caso, obtemos uma **rede neural autoassociativa recorrente.**

- Modelo Hopfield (John Hopfield, 1982).

Rede Autoassociativa Recorrente Modelo Hopfield



Trabalho

- Implementar uma rede associativa para reconhecimento de caracteres (valores bipolares).

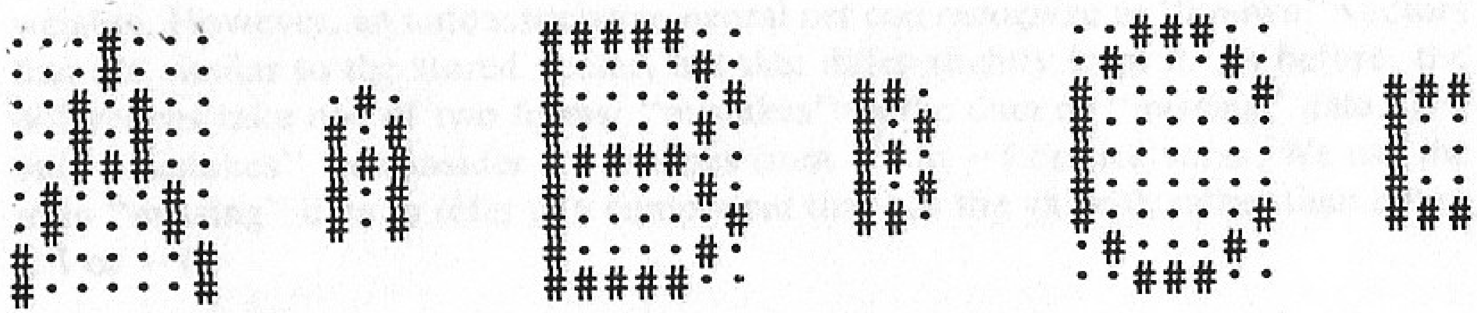


Figure 3.3 Training patterns for character recognition using heteroassocia-