



Artificial Neural Networks

Alexandre Mano

ICCA '03

Arquitectura de Computadores

2002/03

Artificial Neural Networks

Características associadas a uma ANN:

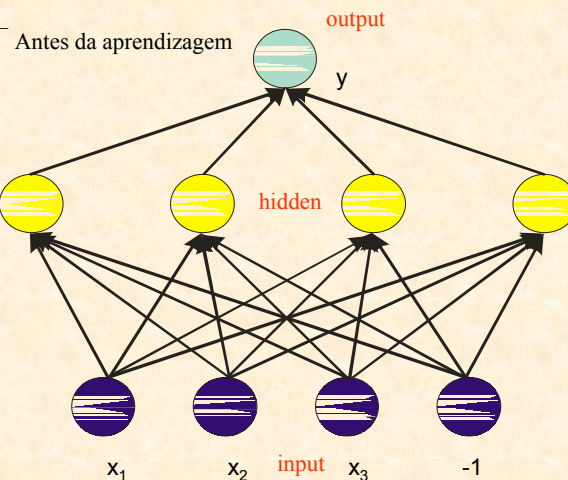
- Os neurónios estão conectados por uma ligação unidireccional;
- Um neurónio pode ter vários inputs e tem um único output;
- Cada ligação tem um peso específico que pode ser alterado durante a fase de aprendizagem da ANN;
- Existe uma função de activação que permite a cada neurónio calcular o output a produzir;
- Cada neurónio calcula o seu total de activação como a soma 'pesada' dos seus inputs.

Artificial Neural Networks

A MLP(MultiLayer Perceptron) ANN

Função $y = \text{XOR}(x_1, x_2, x_3)$

x_1	x_2	x_3	y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1



Artificial Neural Networks

Na fase de aprendizagem a ANN tenta diminuir o erro no output através do balanceamento dos pesos:

Os métodos utilizados são:

- Exhaustive search
- Backpropagation
- Search-based $\rightarrow$ Reactive Tabu Search (RTS)

Reactive Tabu Search (RTS)

- Inicia a procura com pesos aleatórios
- Calcula o erro para vectores de pesos vizinhos do actual
- Avança para o menor erro até não ser mais possível prosseguir
- Armazena os últimos movimentos para evitar ciclos
- Permite funções não-contínuas

Artificial Neural Networks

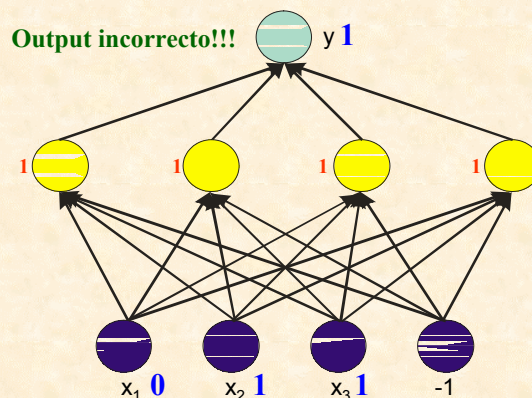
Consideremos o vector de input

$$x_1 = 0; x_2 = 1; x_3 = 1$$

com todos os pesos = 1

$$\text{Função } y = \text{XOR}(x_1, x_2, x_3)$$

x_1	x_2	x_3	y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1



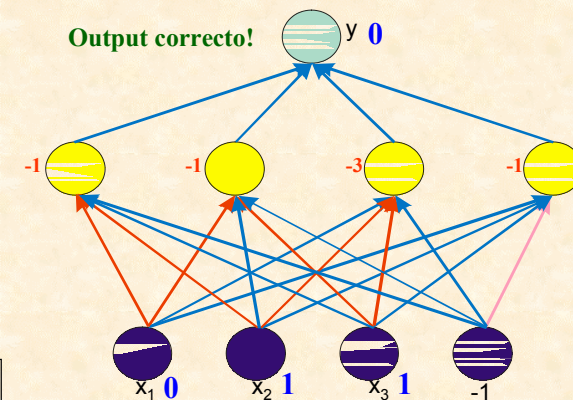
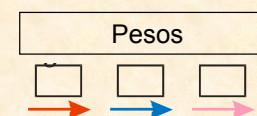
A função 'transfer' é $f(a) = \begin{cases} 0 & \text{if } a < 0 \\ 1 & \text{if } a \geq 0 \end{cases}$

Artificial Neural Networks

$$\text{Função } y = \text{XOR}(x_1, x_2, x_3)$$

Depois da aprendizagem

x_1	x_2	x_3	y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1



A função 'transfer' é $f(a) = \begin{cases} 0 & \text{if } a < 0 \\ 1 & \text{if } a \geq 0 \end{cases}$

Artificial Neural Networks

Vantagens das redes neuronais

- ✓ Capacidade de aprendizagem;
- ✓ Robustez contra dados incorrectos ou 'fuzzy';
- ✓ Reusabilidade.

Aplicação de redes neuronais

- ✓ Reconhecimento de padrões (3D, voz, OCR, impressões digitais, faces, etc.);
- ✓ Classificações;
- ✓ Problemas que envolvem lógica fuzzy;
- ✓ Simulação e optimização.

Artificial Neural Networks

Uma solução que utiliza hardware dedicado é o processador NC3001, da NeuriCam.

Principais características do NC3001:

- Engenharia paralela de processamento com unidades de processamento de vírgula flutuante e memória on-chip para armazenamento de pesos;
- Utilização do algoritmo RTS combinado com técnicas de treinamento-aprendizagem;
- Incorporado numa placa PCI (com dois processadores), servindo deste modo como co-processador;
- A função 'transfer' está armazenada numa memória off-chip.

Artificial Neural Networks

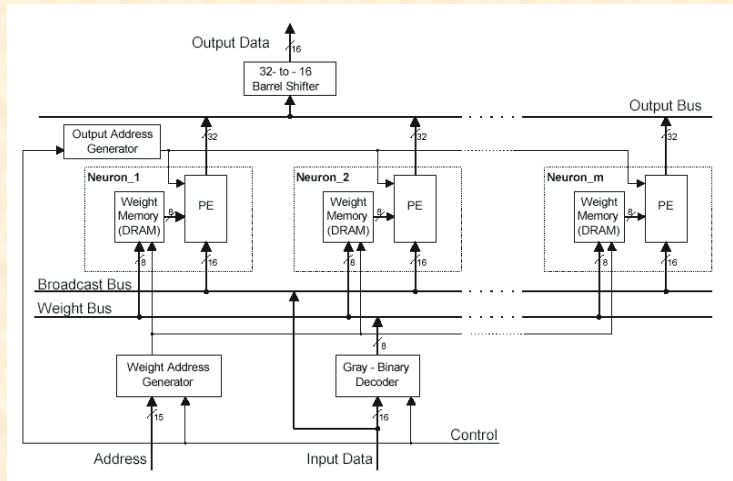


Diagrama de bloco do NC3001 (Imagem cedida pela NeuriCam)

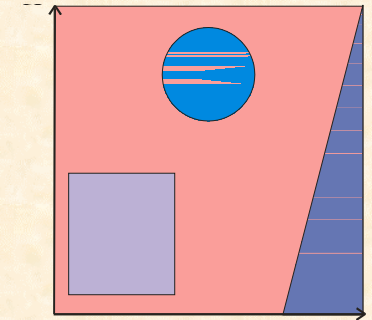
Artificial Neural Networks

Exemplo de utilização de ANN

- Classificação de pontos 2D

Comparação de 3 aproximações:

- multiprocessador de sinais digitais TMS320C80
- PC PII 400Mhz – 128Mb RAM com Matlab
- NeuriCam Totem PCI board com dois processadores NC3001



por Danese, Leporati e Ramat

Artificial Neural Networks

Resultados do exemplo - Fase de Aprendizagem

Implementação	Nº de Padrões de aprendizagem	Tempo de aprendizagem (s)	Padrões correctamente classificados durante a aprendizagem (%)			
			A	B	C	D
TMS320C80	1500	1806	85,2	87,1	80,6	80,9
PC com Matlab	2000	683	90,0	98,9	66,1	82,1
PC com Matlab	10000	3231	91,0	98,0	66,0	84,0
Totem board	2000	196	94,4	98,8	82,5	85,4
Totem board	10000	929	96,9	98,7	80,7	88,2

por Danese, Leporati e Ramat

Artificial Neural Networks

Resultados do exemplo - Fase de Generalização

Implementação	Nº de Padrões de generalização	Padrões correctamente classificados após a aprendizagem (%)			
		A	B	C	D
PC com Matlab	3000	91,1	98,2	63,8	84,8
Totem board	700	91,3	95,2	87,3	81,9
Totem board	3000	93,9	96,5	77,9	84,6

por Danese, Leporati e Ramat

Artificial Neural Networks

Conclusões:

- A utilização de ANNs pode ser uma alternativa válida para problemas de classificação e reconhecimento de padrões em ambiente industrial;
- Em situações específicas as ANNs podem obter uma relação custo-tempo de criação-performance bastante interessante quando comparadas a soluções 'tradicionais';
- A aproximação da NeuriCam é válida enquanto tentativa de proporcionar uma plataforma utilizável industrialmente a baixo custo sem perder as capacidades genéricas de um PC;
- É possível (provável?) que a falta de grandes nomes da indústria por trás da ideia impeça a popularização do conceito.