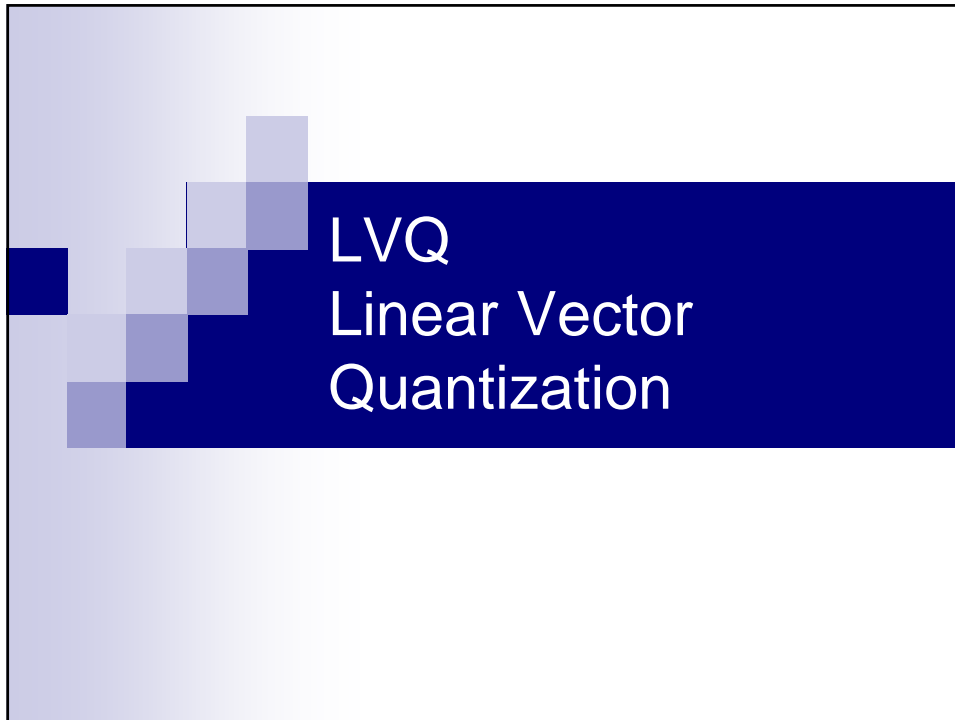


## Principais arquitecturas de redes

- Aprendizagem Supervisionada
  - MLP com BP
    - Multi-Layer Perceptron (percepção multicamada)
    - Treinado com Backpropagation (retropropagação do erro)
    - Variantes, vantagens, desvantagens, características...
- Aprendizagem Não Supervisionada
  - SOM
    - Self-Organizing Map (mapa auto-organizado)
    - Variantes, vantagens, desvantagens, características...

The slide has a decorative graphic in the top-left corner consisting of a small cluster of overlapping squares in shades of blue and purple. The main content is a bulleted list of neural network architectures.



## LVQ – Linear vector quantization

- Derivado do SOM, mas aplicado a aprendizagem supervisionada
- Neurónios recebem classes “à partida”
- Actualização do neurónio depende da classe do neurónio e da classe do novo exemplo
  - Se a classe é a mesma, o neurónio é atraído
  - Se a classe é diferente, o neurónio é repelido

## Algoritmo de treino do LVQ

### ■ Para cada padrão de entrada:

- 1) **Calcular** a distância entre o padrão de dados e todos os neurónios:

$$(d_{ij} = \|x_k - w_{ij}\|)$$

- 2) **Escolher** o neurónio vencedor

$$w_{winner} (w_{ij} : d_{ij} = \min(d_{mn}))$$

- 3) **Actualizar** cada neurónio de acordo com a regra

*Para neurónis com a mesma classe do padrão*

$$w_{ij} = w_{ij} + \alpha \cdot h(w_{winner}, w_{ij}) \cdot \|x_k - w_{ij}\|$$

*Para neurónis com uma classe diferente*

$$w_{ij} = w_{ij} - \alpha \cdot h(w_{winner}, w_{ij}) \cdot \|x_k - w_{ij}\|$$

- 4) **Repetir** o processo até que um critério de paragem seja atingido.

## LVQ

### ■ Inicialização do mapa

- É comum fazer um SOM primeiro

### ■ Aprendizagem para cada novo exemplo

*Para neurónios com a mesma classe do padrão*

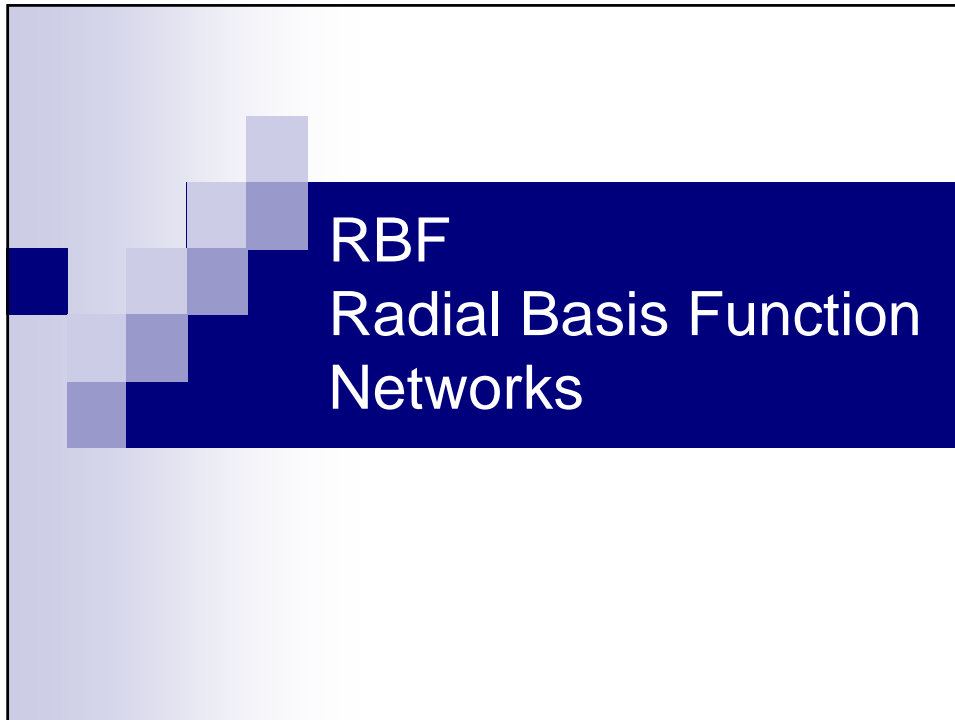
$$w_{ij} = w_{ij} + \alpha \cdot h(w_{winner}, w_{ij}) \cdot \|x_k - w_{ij}\|$$

*Para neurónios com uma classe diferente*

$$w_{ij} = w_{ij} - \alpha \cdot h(w_{winner}, w_{ij}) \cdot \|x_k - w_{ij}\|$$

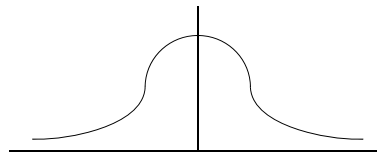
### ■ Resultado final

- Cada neurónio vai mapear uma só classe
- Maior separação entre classes



## RBF – Radial Basis Function Networks

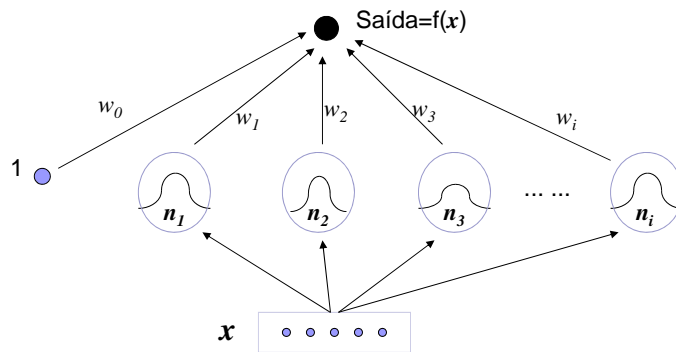
- Radial Basis Functions – Funções de base radial
  - O valor da função depende da distância a uma referência, e assimptoticamente decresce com esta
  - Também chamadas “kernel functions”
  - Parametrizadas pela posição central, largura, e eventualmente forma



## Topologia de uma RBF

### ■ Função implementada

$$\square f(x) = w_0 + \sum w_i K_i(d(n_i, x))$$



## Comparação MLP/RBF

- RBF só tem 1 camada escondida
- Cada neurónio num RBF é um “detector”, que define um “circulo” no espaço de entrada. Cada neurónio num MLP define um plano de separação.
- MLP usa produtos internos, RBF usa distâncias.
- MLP generaliza mais facilmente para zonas do espaço de entrada onde não há dados de treino. (RBF é uma aprendizagem mais localizada)

## Implementação das RBF em SAS

### ■ Objecto comum às MLP

- Escolher na opção “Architecture” RBF
  - Equal Width – Todos os neurónios têm a mesma função de activação, e só a colocação dos neurónios no espaço é aprendida
  - Unequal Width – O raio da cada RBF também é aprendido
- Em opções avançadas
  - Escolher função de activação
    - Vários tipos de funções possíveis

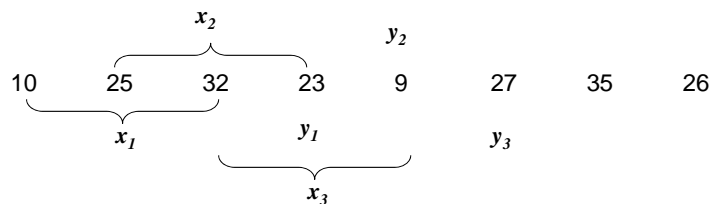
Redes para séries  
temporais

# Datamining II – Outras redes neuronais

V 1.0, V.Lobo, EN/ISEGI, 2012

## Tempo “embutido” (embedded)

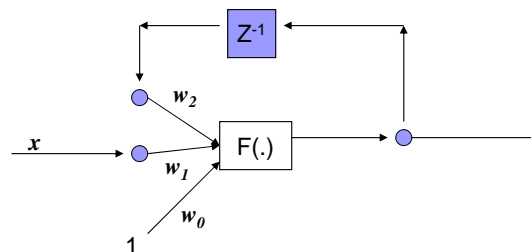
- Dividir a série temporal em vectores de  $n$  valores (atributos) + 1 valor alvo



- Usar uma transformação para outro espaço (por exemplo, transformada de Fourier ou Wavelets)

## Redes recorrentes

- Usam malhas de atraso na própria rede



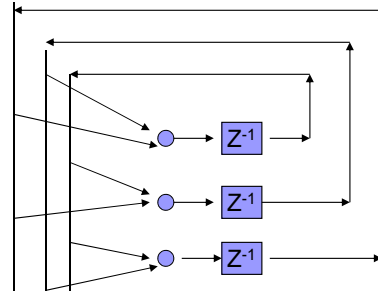
- NARX – Non-linear Auto-Regressive with eXogenous inputs

# Datamining II – Outras redes neuronais

V 1.0, V.Lobo, EN/ISEGI, 2012

## Redes de Hopfield

- Para treinar
  - Forçar um padrão, e minimizar erros
- Para “associar”
  - Dar parte de um padrão, e a rede converge para um estado onde o resto do padrão é definido
- Trajectórias no espaço de pesos



## Aprendizagem Hebbiana

- Se dois neurónios são activados ao mesmo tempo, as ligações entre eles deverão ser reforçadas
- Aprendizagem
  - Reforçar/enfraquecer ligações
- Utilização
  - Dar parte do padrão e associar o resto

