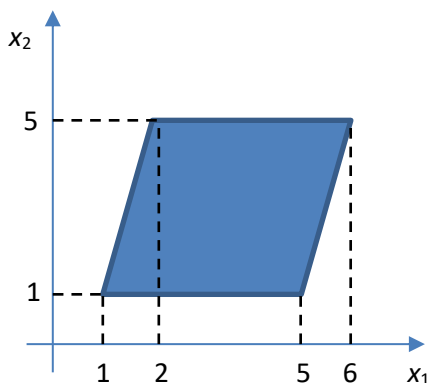


1. Um conjunto de dados $X \subset \mathbb{R}^3$ é caracterizado por poder ser repartido em 5 classes que são linearmente separáveis, duas-a-duas.

a) Indique, para uma estrutura de um classificador de 3 camadas, a dimensão da variável de entrada $x \in X$, a dimensão da variável de saída y , e o número de classificadores em cada camada.

b) Apresente um algoritmo de aprendizagem para o classificador (particularmente para os da camada interior e camada de saída).

2. Uma rede neuronal com variável de entrada $\vec{x} = [x_1, x_2]^T \in \mathbb{R}^2$ e variável de saída $y \in [0,1]$, apresenta a seguinte função de transferência. Todos os neurónios têm função de integração linear e função de ativação degrau.



a) Apresente uma estrutura de rede neuronal.

b) Indique, justificando, os valores dos pesos da rede neuronal.

3. Descreva o algoritmo K-means, indicado os passos de execução e a repartição do espaço dos dados, tendo em atenção as posições centrais dos “clusters”.

4. Uma rede RBF, com 5 funções radiais triangulares ligadas, é usada para aproximar uma função não linear $f(x)$, para valores de x no intervalo $[0,1]$.

A equação da RBF é dada por: $y = \sum_{i=1}^5 w_i \phi_i(x)$ com funções de base:

$$\varphi_i(x) = \begin{cases} \frac{x - c_{i-1}}{c_i - c_{i-1}}, & \text{para } c_{i-1} \leq x \leq c_i \\ \frac{c_{i+1} - x}{c_{i+1} - c_i}, & \text{para } c_i \leq x \leq c_{i+1} \\ 0, & \text{outros} \end{cases}$$

Em que c_i é o centro da $i^{\text{ésima}}$ função de base radial, tal como se ilustra na figura seguinte. Note-se que o centro da 1ª e 4ª função estão fixas nas posições $x = 0$ e $x = 1$, respetivamente. Seja ainda os pesos w_i de valor igual à função na posição dos centros, ou seja $w_i = f(c_i)$, para $i=1,2,3,4,5$.

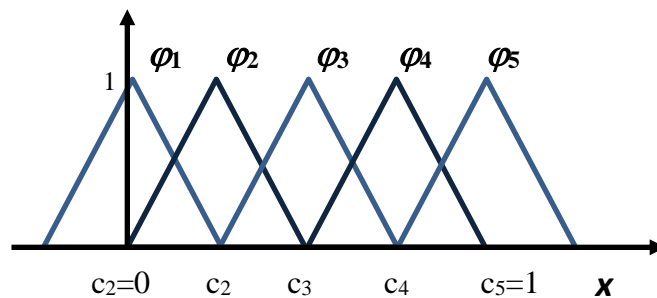


gráfico de função transferencial

- Apresente a função de transferência da rede RBF.
- Dada a dificuldade em ajustar os valores dos centros das funções de base, c_i , recorreu-se ao algoritmo PSO. Descreva o algoritmo PSO e descreva como este poder ser usado para dar uma resposta ao problema de sintonização dos parâmetros centros.

5. Os espaços discretos $X=\{A,B,C\}$, $Y=\{a,b,c,d\}$ e $Z=\{\alpha,\beta\}$ relacionam-se de acordo com as seguintes

matrizes: $R_{XY} = \begin{bmatrix} 0 & 0.8 & 0.5 & 0.1 \\ 1 & 0 & 0 & 0.6 \\ 0 & 0 & 0.4 & 0.6 \end{bmatrix}$ e $R_{XZ} = \begin{bmatrix} 1 & 0.1 \\ 0.2 & 0 \\ 0 & 0.8 \\ 0.6 & 0.1 \end{bmatrix}$, Determine a relação entre X e Z, usando a

composição de relações *min-max* e *max-min*.

1x100x100x1

6. Um grafo composto de 5 camadas, possui um número de nós numa estrutura por camadas de 10 x 100 x 100 x 100 x 100. Os pesos que ligam elemento de uma camada i à camada seguinte estão contido na célula $D[i]$. Para encontrar a melhor solução que une o nó de entrada ao nó de saída é usado o algoritmo genéticos.

- Implemente uma solução em MATLAB do algoritmo GA que dê uma resposta ao problema. Indique, comentado, cada uma das funções do programa, ligando-as às etapas do algoritmo.
- Descreva uma função de seleção do algoritmo GA (implemente-a em código MATLAB).