



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Cuaderno de trabajo:

# Introducción a la estimación del error en Reconocimiento de Formas

Albert Sanchis

*DSIC*

Departamento de Sistemas  
Informáticos y Computación

# Objetivos formativos

- Calcular el error teórico de un clasificador
- Calcular el error de Bayes
- Calcular el número mínimo de muestras de test necesario para conseguir que el intervalo de confianza al 95 % del error del clasificador no supere cierto porcentaje

- **Cuestión 1:** Sea un problema de clasificación en tres clases para datos del tipo  $\mathbf{x} = (x_1, x_2)^t \in \{0, 1\}^2$ , con las distribuciones de probabilidad de la tabla:

$x_1$	$x_2$	$P(c = 1 \mid \mathbf{x})$	$P(c = 2 \mid \mathbf{x})$	$P(c = 3 \mid \mathbf{x})$	$P(\mathbf{x})$	$c(\mathbf{x})$
0	0	0,2	0,1	0,7	0,2	2
0	1	0,4	0,3	0,3	0	1
1	0	0,3	0,4	0,3	0,4	3
1	1	0,4	0,4	0,2	0,4	1

Calcula el error del clasificador dado,  $\varepsilon$ :

$$\varepsilon = 0,2 \cdot (1 - 0,1) + 0 \cdot (1 - 0,4) + 0,4 \cdot (1 - 0,3) + 0,4 \cdot (1 - 0,4) = 0,70$$

- **Cuestión 2:** Sea un problema de clasificación en cuatro clases para datos del tipo  $\mathbf{x} = (x_1, x_2)^t \in \{0, 1\}^2$ , con las distribuciones de probabilidad de la tabla:

$x_1$	$x_2$	$P(c = 1 \mathbf{x})$	$P(c = 2 \mathbf{x})$	$P(c = 3 \mathbf{x})$	$P(c = 4 \mathbf{x})$	$P(\mathbf{x})$
0	0	0,1	0,3	0,1	0,5	0
0	1	0,2	0,5	0,3	0	0,1
1	0	0,2	0,4	0,1	0,3	0,3
1	1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,6

Calcula el error de Bayes,  $\varepsilon^*$ :

$$\varepsilon^* = 0 \cdot (1 - 0,5) + 0,1 \cdot (1 - 0,5) + 0,3 \cdot (1 - 0,4) + 0,6 \cdot (1 - 0,3) = 0,65$$

- **Cuestión 3:** La probabilidad de error de un clasificador se estima que es del 20 %. Determina cuál es el número mínimo de muestras de test necesario,  $M$ , para conseguir que el intervalo de confianza al 95 % del dicho error no supere el  $\pm 1$  %; esto es,  $I = [19 \%, 21 \%]$

$$I = \left[ \hat{\varepsilon}_{N,M} \pm 1,96 \sqrt{\frac{\hat{\varepsilon}_{N,M}(1 - \hat{\varepsilon}_{N,M})}{M}} \right]$$

$$0,01 = 1,96 \sqrt{\frac{0,2(1 - 0,2)}{M}}$$

$$0,01^2 = 1,96^2 \frac{0,2(1 - 0,2)}{M}$$

$$M = 1,96^2 \frac{0,2(1 - 0,2)}{0,01^2} = 6146,56 \approx 6147 \text{ **muestras**}$$