

---

## Errores en sistemas Biométricos

TP : Matriz de confusión / curva ROC

---

Como todo sistema, los sistemas biométricos tienen posibilidad de error, tanto por detectar equivocadamente como por no detectar.

Si cuando corremos un grupo de pruebas el sistema nos dice que detecta positivo cuando en realidad es negativo (o viceversa) tenemos un error.

La cantidad de error relativa será entonces

$$\text{Error} = \# \text{ de errores en detección} / \# \text{ total de pruebas}$$

También nos interesa la precisión.

$$\text{Precisión} = \# \text{ de aciertos} / \# \text{ total de pruebas}$$

Evidentemente

$$\text{Error} = 1 - \text{precisión}.$$

Veamos un ejemplo de un sensor que tiene dos opciones (Ej.: Frio / caliente), si simplemente adivino mi probabilidad de acertar será del **50%**

Si tuviese tres opciones ( $K=3$ ) mi probabilidad de acertar por casualidad será del **33%**

Si tuviese  $k=4$ ; **25%** y así siguiendo.

Es decir, para que mi sistema sea útil debo tener una probabilidad de acierto **mucho mayor** que la de la probabilidad por casualidad, en caso contrario no será de utilidad. Entonces ... ¿90% es mucho mayor? ... depende.

Si hablamos de **spam**, y ya que aprox. el 90% del correo recibido es spam, un sistema que diga que TODO lo que recibe es spam tiene una precisión del 90% (bloqueando todo por spam). Este es un caso del llamado *Desequilibrio de clases*, donde una clase es dominante sobre la otra.

La conclusión es que hay que hacer un análisis sobre lo bueno que es un número de precisión dado cuando tratamos con desbalanceo de clases.

### Matriz de confusión

Sigamos profundizando el tema de los errores con la matriz de confusión.

	Predicho positivo	Predicho negativo
Etiquetado positivo	Verdadero positivo	Falso negativo (FN)
Etiquetado negativo	Falso positivo (FP)	Verdadero negativo

El impacto de las predicciones falsas depende de en qué ambiente estemos.

#### Filtrado de Spam:

- **Falso negativo:** pone como correo útil un spam → pierdo tiempo al leerlo → impacto menor
- **Falso Positivo:** indica como spam un correo útil → Lo envía a carpeta spam con posible pérdida → impacto alto

#### Diagnóstico médico

- **Falso negativo:** No detecta enfermedad → No se inicia tratamiento → Impacto alto
- **Falso positivo:** Detecta enfermedad que no existe → Tratamiento no debido → posible alto impacto

Hagamos un cálculo numérico (caso levemente desbalanceado.. Donde se ve?)

	PREDICHO POSITIVO	PREDICHO NEGATIVO
ETIQUETADO POSITIVO	50	10
ETIQUETADO NEGATIVO	5	35

En la tabla anterior tenemos que se realizaron 100 pruebas con los resultados que se indicados.

- El **error** según lo explicado antes = casos con error / casos total = 15 / 100 → **15%**
- La **precisión** = aciertos / total = 85 / 100 → **85%**

En caso de K=3 tendremos algo similar. 1; 2 y 3 son tres eventos cualquiera.

	Predicho 1	Predicho 2	Predicho 3
Etiquetado 1	60	8	2
Etiquetado 2	4	12	4
Etiquetado 3	0	2	8

En el ejemplo anterior vemos una cantidad de pruebas = 100

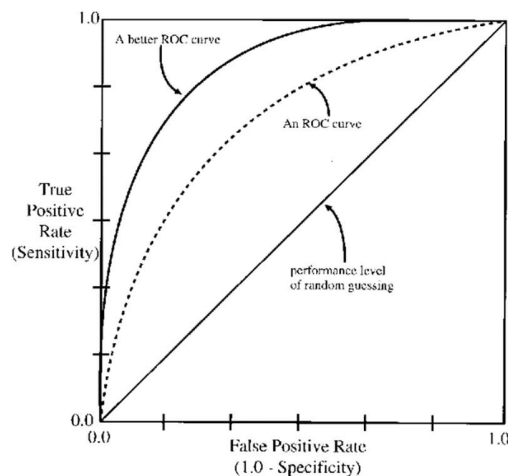
- **Precisión** = Casos correctos / casos totales = 80 / 100 → **80%**
- **Tasa de aciertos** = Verdaderos positivos + verdaderos negativos / Total
  - *Optimo: 100% solo hay clasificaciones verdaderas*

- **Tasa de errores** = Falso positivo + falso negativo / Total
  - *Optimo: 0% cuando no hay clasificaciones falsas*
- **Especificidad** = Verdaderos negativo / (verdadero negativo + falso negativo)
  - *Optimo: 100% cuando no hay falsos negativos*
- **Sensibilidad** = Verdadero positivo / (verdadero positivo + falso positivo)
  - *Optimo: 100% cuando no hay falsos positivos*
- **Tasa de falsos positivos** = Falso positivo / (falso positivo + verdadero positivo)
- **Tasa de falsos negativos** = Falso negativo / (falso negativo + verdadero negativo)

Note que la **sensibilidad** es la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo catalogado positivo. Mientras que la **especificidad** es la probabilidad de catalogar correctamente a un individuo clasificado negativo

Un método para evaluar los clasificadores es la curva **ROC** (Receiver Operating Characteristic).

Note que el eje **X** indica falsos positivos, mientras que el eje **Y** indica o sea la tasa de verdaderos positivos.



Analizaremos un sistema de detección facial que identifique asociados a un club. Positivo = Socio; Negativo = No Socio

**a. Sistema muy restrictivo (en X=0; Y=0)**

Los scanner buscan el más mínimo detalle por lo que no tenemos ningún falso positivo, pero tampoco ningún verdadero positivo ya que por ejemplo un cambio en iluminación nos da un negativa en un socio.

- Comenzamos a flexibilizar** (nos movemos a la derecha en el eje X). Ahora si comenzamos a detectar a los socios (verdaderos positivos) pero de vez en cuando se filtra un no socio (falso positivo)
- Sistema muy laxo (en X=1; y=1)**  
Detecta todos los socios, pero también toma como socios a quienes no lo son.
- Diagonal.** En este caso el sistema responde como si fuera aleatorio por lo cual no cumple función alguna

## Ejercicio

1. Explique el significado de las siglas ROC

Receiver Operating Characteristic o Característica Operativa del Receptor

2. ¿Porque la diagonal en la curva ROC es equivalente a una elección aleatoria?

La diagonal en la curva ROC es equivalente a una elección aleatoria debido a que no representa un 100% de sensibilidad (ningún falso negativo) y un 100% también de especificidad (ningún falso positivo).

3. ¿Cuándo es más importante la **Especificidad** y cuando la **Sensibilidad**?

La sensibilidad es importante cuando se requiere velocidad del sistema al costo de generar falsos positivos, mientras que la especificidad tiene un mayor grado de seguridad a la hora de identificar a una persona al costo de generar falsos negativos.

4. Suponga un programa de computadora que identifica **perros**, por lo que perro es el elemento relevante. Sea un conjunto de **10 gatos** y **12 perros**.

*El programa identifica 8 imágenes como perros cuando realmente 5 son perros y 3 son gatos*

Calcule el valor numérico indicando que qué significa cada uno de los conceptos

- Falsos positivos:  
3 gatos
- Falsos negativos:  
7 perros
- Verdaderos positivos:  
5 perros
- Verdaderos negativos:  
7 gatos
- Precisión:
- Recall: