

## PRÁCTICO 5: Canales de Comunicación

1. Considere las siguientes matrices de probabilidad conjunta para 3 canales diferentes ( $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$ ), donde los símbolos  $x_i$  conforman la entrada  $X$  al canal y los símbolos  $y_j$  la salida del mismo:

	$x_1$	$x_2$
$y_1$	$\frac{1}{4}$	0
$y_2$	0	$\frac{1}{2}$
$y_3$	$\frac{1}{4}$	0
$C_1(X,Y)$		

	$x_1$	$x_2$	$x_3$
$yz_1$	$\frac{1}{2}$	0	0
$y_2$	0	$\frac{1}{6}$	0
$y_3$	0	0	$\frac{1}{3}$
$C_2(X,Y)$			

	$x_1$	$x_2$
$y_1$	0.3	0,18
$y_2$	0,1	0.18
$y_3$	0	0.24
$C_3(X,Y)$		

Determine para cada caso:

- la matriz del canal que describe su comportamiento y las probabilidades de entrada
  - el ruido y la pérdida, analizando cuál símbolo produce más ruido y cuál símbolo produce más pérdida
2. Plantee diferentes canales para la transmisión de los símbolos de la fuente del ej. 4 del Práctico 3, con las siguientes características: a) sin ruido y sin pérdida b) sin pérdida y con ruido, c) sin ruido y con pérdida, d) con ruido y con pérdida, e) uniforme o simétrico.  
Calcule en cada caso la entropía de entrada  $H(X)$  y la de salida  $H(Y)$
3. Dadas las siguientes secuencias de entrada y sus respectivas salidas, las cuales describen el comportamiento de los canales  $C_1$  y  $C_2$ , así como sus distribuciones de entrada. Obtenga en cada caso:
- la matriz de probabilidades conjuntas  $P(X,Y)$  y condicionales  $P(Y/X)$  y  $P(X/Y)$
  - las entropías  $H(X)$ ,  $H(Y)$ ,  $H(X,Y)$ ,  $H(Y/X)$  y  $H(X/Y)$
  - la información mutua  $I(X,Y)$

$C_1$ :	Entr. X	1 1 0 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 1 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1
	Sal.Y	1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 1 0 1 1 0

$C_2$ :	Entr.X	1 1 0 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1
	Sal. Y	1 1 0 0 2 1 1 0 2 1 1 0 0 2 2 0 1 0 2 2 0 1 2 1 1 2 2 1 0 0 1 1 2 0 1 1

4. Plantee el pseudocódigo de un algoritmo que permita calcular por muestreo computacional la información mutua asociada al canal  $C_2$  del ej. 3. Incluya el pseudocódigo de las funciones que utilice.
5. Un canal BSC con probabilidad de cruce  $\beta$  transmite los símbolos  $\{0, 1\}$  que se emiten con probabilidades:  $p(0)=3/4$  y  $p(1)=1/4$ .  
Considere  $\beta= 0.01$ ,  $\beta= 0.1$  y  $\beta= 0.5$  y en cada caso obtenga: a) el ruido, b) la información mutua, c) la capacidad y la distribución de entrada óptima. Compare.
6. Considere el ej. anterior y compruebe cuál/es de los canales determinados por cada valor de  $\beta$  logra reducir la probabilidad de equivocación en la transmisión, si luego de transmitir 3 veces cada símbolo de entrada, se consideran las siguientes estrategias para determinar la salida:
- Tomar como salida el símbolo que más se repite en la secuencia recibida
  - Tomar como salida 0 si el primero y último símbolo coinciden, de lo contrario 1

7. Considere los canales  $C_1$  y  $C_2$  del ej. 3. Se podría construir un canal compuesto  $C_1 \rightarrow C_2$ ? y  $C_2 \rightarrow C_1$ ? Si es posible, calcule el Ruido, la Pérdida y la Información Mutua en el canal compuesto y compare con el de los canales individuales.
8. Se emite una señal binaria  $X(t) = \{-1, 2\}$  con distribución de probabilidad  $P(X) = \{3/4, 1/4\}$  la cual se envía por un canal. En la transmisión se introduce un ruido estocástico  $R(t)$ , cuya distribución de probabilidad se define por  $f(r)$ , que se suma a la señal  $X(t)$  resultando así la señal de salida  $Y(t)$

$$Y(t) = \begin{cases} -1 & \text{si } X(t) + R(t) \leq 0 \\ 2 & \text{si } X(t) + R(t) > 0 \end{cases} \quad f(r) = \begin{cases} 1/8 & \text{si } |r| = 2 \\ 3/8 & \text{si } |r| = 1 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

- a) Encuentre la matriz del canal
- b) Calcule el acoplamiento entre X e Y (información mutua) y compare con la capacidad del canal.
9. Un canal BSC<sub>1</sub> con probabilidad de cruce 0.01 es utilizado por una fuente binaria S de probabilidades  $p(0)=0.7$  y  $p(1)=0.3$ . La salida de este canal atraviesa otro canal BSC<sub>2</sub> con probabilidad de cruce 0.2.
- a) Compruebe si al transmitir 3 veces cada símbolo de entrada se logra reducir la probabilidad de equivocación del canal compuesto si la estrategia es tomar como salida el mínimo de la secuencia recibida
- b) Plantee un pseudocódigo que calcule por muestreo computacional la probabilidad obtenida en a)