Transmisión banda base y tasa de información

CLASIFICACION DE SEÑALES DE BANDA BASE

Según el ancho de pulso

- Señales NRZ (no retorno a cero): los bits están representados por pulsos que ocupan la totalidad del intervalo significativo (ancho de pulso).

  Es unipolar porque:

  - el 1 toma siempre la misma polaridad (positiva o negativa)
  - el 0 no tiene polaridad.

- Señales RZ (retorno a cero): los bits se representan por pulsos que ocupan una parte (la mitad) del intervalo significativo.

Transmisión banda base y tasa de información

CLASIFICACION DE SEÑALES DE BANDA BASE

Según la polaridad

Unipolares: la señal tiene dos niveles, uno y cero.

Hay dos combinaciones:

0 y + : unipolar positiva

0 y - : unipolar negativa

Polar: la señal tiene dos niveles de diferente polaridad (+ y –).

Los dígitos binarios 1 y 0 se representan por un valor positivo de tensión V1 y otro negativo –V1. La señal en la línea nunca toma el valor cero.

Bipolar: la señal tiene tres niveles de amplitud (+, 0 y –).

Un determinado dígito va tomando valores alternados de polaridad, y el otro dígito adopta siempre el valor cero.

Transmisión banda base y tasa de información

CODIGOS USADOS PARA LAS SEÑALES BANDA BASE

Los códigos más usuales son señalados e:

* $\Rightarrow$ Unipolar sin retorno a cero (NRZ).
* $\Rightarrow$ Unipolar con retorno a cero (RZ).
* $\Rightarrow$ Polar sin retorno a cero (NRZ).
* $\Rightarrow$ Polar con retorno a cero (RZ).
* $\Rightarrow$ Bipolar con retorno a cero (RZ).
* $\Rightarrow$ Bipolar sin retorno a cero (NRZ). **o código AMI**

$\Rightarrow$ Codificación diferencial.

* $\Rightarrow$ Manchester.
* $\Rightarrow$ Manchester Diferencial.

$\Rightarrow$ MILLER.

* $\Rightarrow$ HDB - 3.

$\Rightarrow$ Código 4B3T (4 binario - 3 ternario).

Transmisión banda base y tasa de información

TEORIA DE LA INFORMACION

Estudia cuatro aspectos:

- Cómo se mide la información.
- Cuál es la capacidad de un canal de comunicaciones para transferir información.
- Cómo aumentar la capacidad mediante la codificación de la información.
- Cómo utilizar los canales a plena capacidad con una tasa de error mínima.

Mensaje es un conjunto de datos que proviene de una fuente de información.
Información es un conjunto de datos que permiten aclarar algo sobre aquello que se desconoce.
La llegada de una información se puede producir, por ejemplo, como consecuencia de la recepción de un mensaje.
Un hecho que se sabe con seguridad que va a ocurrir no contiene información alguna.
Un suceso contendrá mayor cantidad de información cuanto menor sea la probabilidad de que se produzca.

Transmisión banda base y tasa de información

TEORIA DE LA INFORMACION

Unidades de Medición de la Información:

La medida de información esta relacionada con la posibilidad de que la fuente pueda elegir entre varios mensajes. Luego, al poder la fuente seleccionar entre varios mensajes el que será transmitido, es evidente que el usuario receptor tendrá incertidumbre respecto al mensaje que podrá recibir.

Podemos razonablemente suponer que cada mensaje podrá tener asociada una probabilidad de ocurrencia, de forma tal que cuanto mayor sea dicha probabilidad de que ese mensaje sea cierto, menor será la información que contiene para el usuario.

$P(x) = 1/N$

La información es inversamente proporcional a la probabilidad de ocurrencia P(x)

Transmisión banda base y tasa de información

TEORIA DE LA INFORMACION

Las unidades son:

[SHANNON]: $I(x) = Log_2 \; (1/P(x))$

[HARTLEY]: $I(x) = Log_{10} \; (1/P(x))$

[NAT]: $I(x) = Log_e \; (1/P(x))$

Las equivalencias son:

1 HARTLEY = 3,32 SHANNON

1 NAT = 1,44 SHANNON

1 HARTLEY = 2,30 NAT

Transmisión banda base y tasa de información

TEORIA DE LA INFORMACION

Fuentes Equiprobables: Una fuente es equiprobable cuando la posibilidad de generar un ‘0’ es igual a la probabilidad de generar un ‘1’.

Fuentes de Memoria Nula: Toda fuente que emite símbolos que no guardan relación estadística, son independientes.

Distintas Variables que se manejan en la ‘Teoría de la Información’:

H(x) = **Entropía**: Promedio de Información que envía una fuente que emite símbolos. Es también conocida como la “Incertidumbre Media”. Mide la incertidumbre media de los símbolos **(Shannon/Símbolo)**

T(x) = **Tasa de información**: se mide en **Shannon/seg.**

C(x) = **Capacidad de canal**: se mide en **bits/ seg.**

Transmisión banda base y tasa de información

TEORIA DE LA INFORMACION

Formula de Entropía para símbolos NO equiprobables

$$H = -\sum_{K=1}^{n} \log_2 P(x_K) \cdot P(x_K)$$ **[Shannon/ símbolo]**

Formula de Entropía para N símbolos equiprobables

$$H = log_2 N$$

Transmisión banda base y tasa de información

TEORIA DE LA INFORMACION

TASA DE INFORMACION:

Cantidad de información que genera la fuente por unidad de tiempo

Es el cociente entre la entropía de la fuente y la duración media de los símbolos que esta envía. **$T=H(x)/\tau$**

[T] = [bps] (si la fuente es digital de símbolos equiprobables)

[T] = [Shannon/seg]

$T = H(x)/\tau$ [Shannon/ símbolo] / [seg/símbolo]

T = [Shannon/seg]

Trabajo Practico Nro. 4

Ejercicio Nro. 1

Calcular la cantidad de información asociada a una **palabra de cuatro caracteres** proveniente de una fuente **equiprobable** de símbolos. Considerar un **alfabeto de 32 símbolos**.

Alfabeto = 32 símbolos (caracteres) = N // Palabra = 4 caracteres

$P(x) = 1 / N$

$P(x) = 1/32$

$I(x) = \text{Log}_2 (1/P(x))$ [SHANNON]

$I(x) = \log_2 (1 / (1 / 32)) = 5$ SHANNON

I(Palabra) = 4 * 5 SHANNON

I(Palabra) = 20 SHANNON

Trabajo Practico Nro. 4

Ejercicio Nro. 2

Dado un tren de pulsos correspondientes a la siguiente secuencia: 010101000001, calcular la información suministrada con la aparición de un uno o de un cero y la ENTROPÍA de la fuente.

Como es un tren de pulsos, se refiere a la cantidad de caracteres de la secuencia y el alfabeto es 12 = N

P(x) = 1 / N

P(0) = 8/12 = 2/3

P(1) = 4/12 = 1/3

I(x) = Log_2 (1/P(x)) [SHANNON]

I(0) = $\log_2$ (1 / (2 / 3)) = 0,585 SHANNON

I(1) = $\log_2$ (1 / (1 / 3)) = 1,585 SHANNON

$$H = -\sum_{K=1}^{n} \log_2 P(x_K) \cdot P(x_K)$$ **[Shannon/ símbolo]**

H = -[($\log_2$ 2/3)*2/3 + ($\log_2$ 1/3)* 1/3]

H = -[(- 0,585)*2/3 + (-1,585)* 1/3]

H = -[-0,39 - 0,53]

H = 0,92 Shannon/Símbolo

Uso Calculadora

Res = $\log_{base}$ arg

Res= log arg / log base

Trabajo Practico Nro. 4

Ejercicio Nro. 3

Dados 3 mensajes con la siguiente probabilidad de ocurrencia:

$p1 = 20\ \%$ $p2 = 50\ \%$ $p3 = 30\ \%$

Calcular la cantidad de información suministrada por cada uno de ellos. Calcular la información promedio por mensaje de esta fuente.

$P(x) = 1 / N$

$P(p1) = 1/5$

$P(p2) = 1/2$

$P(p3) = 3/10$

$I(x) = Log_2 (1/P(x))$ [SHANNON]

$I(p1) = \log_2 (1/(1/5))$

$I(p1) = \log_2 (5)$

$I(p1) = 2{,}322$ Shannon

$I(x) = Log_2 (1/P(x))$ [SHANNON]

$I(p2) = \log_2 (1/(1/2))$

$I(p2) = \log_2 (2)$

$I(p2) = 1$ Shannon

$I(x) = Log_2 (1/P(x))$ [SHANNON]

$I(p3) = \log_2 (1/(3/10))$

$I(p3) = \log_2 (10/3)$

$I(p3) = 1{,}737$ Shannon

Trabajo Practico Nro. 4

Ejercicio Nro. 3

$$H = -\sum_{K=1}^{n} \log_2 P(x_K) \cdot P(x_K)$$ **[Shannon/ símbolo]**

H = -[($\log_2$ 1/5)*1/5 + ($\log_2$ 1/2)* 1/2 + ($\log_2$ 3/10)* 3/10]

H = -[(-2,322)*1/5 + (-1)* 1/2 + (-1,737) * 3/10]

H = -[- 0,4644 - 0,5 – 0,5211]

H = 1,4855 Shannon/Símbolo

Uso Calculadora

Res = $\log_{base}$ arg

Res= log arg / log base

Trabajo Practico Nro. 4

Ejercicio Nro. 4

Se tiene un **alfabeto de 128** símbolos diferentes y **equiprobables**. Se desea transmitir un mensaje. Calcular:

a. La probabilidad de ocurrencia de un símbolo

b. La cantidad de información obtenida con la recepción de dicho símbolo

c. La cantidad de **información** de una **palabra formada por 6 símbolos**

d. La **ENTROPÍA** de la fuente.

$P(x) = 1 / N$

$P(x) = 1/128$

$I(x) = Log_2 (1/P(x))$ [SHANNON]

$I(x) = \log_2 (1/(1/128))$

$I(x) = \log_2 (128)$

$I(x) = 7$ Shannon

$I(\text{Palabra}) = 6 * 7$ SHANNON

$I(\text{Palabra}) = 42$ SHANNON

$$H = -\sum_{K=1}^{n} \log_2 P(x_K) \cdot P(x_K)$$ **[Shannon/ símbolo]**

$H = -\{[(\log_2 1/128)*1/128\}*128$

$H = -\{[(- 7)*1/128]\}*128$

$H = -\{[-0,546875]\}*128$

$H = 7$ Shannon/Símbolo

Trabajo Practico Nro. 4

Ejercicio Nro. 5

Suponiendo una fuente con los símbolos **A B C E L** donde cada uno tiene asociado la siguiente probabilidad:

A = **1/4** B = **1/4** C = **1/8** E = **1/4** L = **1/8**

Calcular la información suministrada con el mensaje: CABLE

$I(A) = Log_2 (1/P(x))$ [SHANNON]

$I(A) = \log_2 (1/(1/4))$

$I(A) = \log_2 (4)$

I(A) = 2 Shannon

$I(C) = Log_2 (1/P(x))$ [SHANNON]

$I(C) = \log_2 (1/(1/8))$

$I(C) = \log_2 (8)$

I(C) = 3 Shannon

I(CABLE) = I(C) + I(A) + I(B) + I(L) + I(E)

I(CABLE) = 3 + 2 + 2 + 3 + 2

I(CABLE) = 12 Shannon

Trabajo Practico Nro. 4

Ejercicio Nro. 6

Calcular la información asociada a la caída de una moneda y determinar la información en el caso de que ocurran 5 caras seguidas. Repetir la experiencia para la caída de un dado y la repetición del número 4.

Alfabeto = 2 símbolos // Moneda = 5 caras

P(x) = 1 / N

P(x) = 1/2

$I(x) = Log_2 (1/P(x))$ [SHANNON]

$I(x) = log_2 (1 / (1 / 2)) = 1$ SHANNON

I(Moneda) = 5 * 1 SHANNON

I(Moneda) = 5 SHANNON

Alfabeto = 6 símbolos // Dado = 5 veces Nro. 4

P(x) = 1 / N

P(x) = 1/6

$I(x) = Log_2 (1/P(x))$ [SHANNON]

$I(x) = log_2 (1 / (1 / 6)) = 2,585$ SHANNON

I(Dado) = 5 * 2,585 SHANNON

I(Dado) = 12,925 SHANNON

Trabajo Practico Nro. 4

Ejercicio Nro. 7

Suponiendo una imagen de **600 líneas horizontales y 300 puntos** discretos por línea donde cada punto tiene **8** niveles **equiprobables** de brillo y un vocabulario de **100.000** palabras **equiprobables**. Demostrar el proverbio que dice que una imagen vale más que 1000 palabras.

IMAGEN

$P(x) = 1 / N$

$P(x) = 1/8$

$I(x) = Log_2 (1/P(x))$ [SHANNON]

$I(x) = \log_2 (1/(1/8))$

$I(x) = \log_2 (8)$

I(x) = 3 SHANNON

I(Imagen) = 600 * 300 * 3 SHANNON

I(Imagen) = 540.000 SHANNON

PALABRAS

$P(x) = 1 / N$

$P(x) = 1/100.000$

$I(x) = Log_2 (1/P(x))$ [SHANNON]

$I(x) = \log_2 (1/(1/100.000))$

$I(x) = \log_2 (100.000)$

I(x) = 16,609 SHANNON

I(1000 Palabras) = 1000 * 16,609 SHANNON

I(1000 Palabras) = 16.609 SHANNON

Trabajo Practico Nro. 4

Ejercicio Nro. 8

Se transmite una imagen en modo gráfico de 640 x 480 pix, si cada punto tiene 256 niveles equiprobables de brillo. Calcular la información de la imagen y el tiempo total de transmisión si se utiliza un canal que permite enviar información a razón de 33.600 Shannon/seg. Comparar con una transmisión en modo texto que utiliza 25 líneas x 80 columnas utilizando un código ASCII de 8 bits. Ambas imágenes se transmiten sin comprimir. No tener en cuenta el overhead.

IMAGEN

P(x) = 1 / N

P(x) = 1/256

I(x) = $\mathbf{Log_2}$ (1/P(x)) [SHANNON]

I(x) = $\log_2 (1/(1/256))$

I(x) = $\log_2 (256)$

I(x) = 8 SHANNON

I(imagen) = 640 * 480 * (8 Shannon)

I(imagen) = 2.457.600 Shannon

TTTImagen = $\dfrac{\text{2.457.600 Shannon}}{\text{33.600 Shannon/Segundos}}$

TTTImagen = 73,143 Segundos

Trabajo Practico Nro. 4

Ejercicio Nro. 8

TEXTO

P(x) = 1 / N

P(x) = 1/256

I(x) = Log_2 (1/P(x)) [SHANNON]

I(x) = $\log_2$ (1/(1/256))

I(x) = $\log_2$ (256)

I(x) = 8 SHANNON

I(texto) = 25 * 80 * (8 Shannon)

I(texto) = 16.000 Shannon

$$\textbf{TTTImagen} = \frac{16.000\ \text{Shannon}}{33.600\ \text{Shannon/Segundos}}$$

TTTImagen = 0,476 Segundos

Trabajo Practico Nro. 4

Ejercicio Nro. 9

Calcular la tasa de información T [bits/seg], de una fuente telegráfica, sabiendo que:

P (punto) = 2/3 P (raya) = 1/3

T (punto) = 0,2 seg T (raya) = 0,4 seg

$I(punto) = \log_2 (1/P(x))$ [SHANNON]

$I(punto) = \log_2 (1/(2/3))$

$I(punto) = \log_2 (3/2)$

I(punto) = 0,585 Shannon

$I(raya) = \log_2 (1/P(x))$ [SHANNON]

$I(raya) = \log_2 (1/(1/3))$

$I(raya) = \log_2 (3)$

I(raya) = 1,585 Shannon

T = H(x)/τ [Shannon/ símbolo] / [seg/símbolo]

T = [Shannon/seg]

$$H = -\sum_{K=1}^{n} \log_2 P(x_K) \cdot P(x_K)$$ [Shannon/ símbolo]

H = -[(log$_2$ 2/3)*2/3 + (log$_2$ 1/3)* 1/3]

H = -[(- 0,585)*2/3 + (-1,585)* 1/3]

H = -[-0,39 - 0,53]

H = 0,92 Shannon/Símbolo

Trabajo Practico Nro. 4

Ejercicio Nro. 9

T = H(x)/τ [Shannon/ símbolo] / [seg/símbolo]
T = [Shannon/seg]

τ = 2/3 * 0,2 seg + 1/3 * 0,4 seg
τ = 0,133 seg + 0,133 seg
τ = 0,266 seg/simbolo

T = 0,92 Shannon/Símbolo / 0,266 seg/simbolo
T = 3,459 [Shannon/seg]

Trabajo Practico Nro. 4

Ejercicio Nro. 10

Una imagen de TV tiene **625 líneas con 500 puntos** por línea. Cada punto tiene 128 niveles **equiprobables** de brillo. Si se transmiten **20 imágenes por segundo**. Calcular la tasa de información y la capacidad del canal.

P(x) = 1 / N

P(x) = 1/128

I(x) = $\log_2$ (1/P(x)) [SHANNON]

I(p1) = $\log_2$ (1/(1/128))

I(p1) = $\log_2$ (128)

I(p1) = 7 SHANNON

I(imagen) = 625 * 500 * 7 SHANNON

I(imagen) = 2.187.500 SHANNON

Tx = 20 imagenes / segundo

T = 20 imágenes / segundo * 2.187.500 Sh/imagen

T = 43.750.000 SHANNON/segundo

Trabajo Practico Nro. 4

Ejercicio Nro. 11

Calcular la cantidad de palabras que son necesarias pronunciar para transmitir la misma cantidad de información que contiene una imagen que posee 400 líneas horizontales y 500 puntos por línea. A cada punto se le asocia 128 niveles discretos equiprobables de brillo. Para describir dicha imagen supondremos un vocabulario de 10.000 palabras equiprobables.

IMAGEN

P(x) = 1 / N

P(x) = 1/128

I(x) = $\mathbf{Log_2}$ (1/P(x)) [SHANNON]

I(x) = $\log_2$ (1/(1/128))

I(x) = $\log_2$ (128) **= 7 SHANNON**

I(imagen) = 400 * 500 * (7 Shannon)

I(imagen) = 1.400.000 Shannon

PALABRAS

P(x) = 1 / N

P(x) = 1/10.000

I(x) = $\mathbf{Log_2}$ (1/P(x)) [SHANNON]

I(x) = $\log_2$ (1/(1/10.000))

I(x) = $\log_2$ (10.000)

I(x) = 13,288 SHANNON

Cantidad Palabras = $\dfrac{\text{1.400.000 SHANNON}}{\text{13,288 SHANNON}}$

Cantidad Palabras = 105.358