

#estudiar

#resumen

#universidad

PARTE I

Fuente digital: conjunto finito de mensajes posibles -> discreto

Fuente analógica: conjunto infinito de mensajes distintos -> continuo

La comunicación digital posee

- circuitos económicos
- encriptación
- mayor rango dinámico
- reunir voz, video y datos en un mismo flujo
- mayor inmunidad al ruido
- errores corregibles con codificación
- usa mayor ancho de banda
- requiere sincronización

Unión Internacional de las Telecomunicaciones **UIT**

- Se encarga de entregar las frecuencias estandares:
 - Tipo de servicio
 - Modulación
 - Banda
 - Potencia máxima

Propagación

Terrestre: 3KHz a 300KHz

- **Propagación:** Se curva

Ionosférica: 300KHz a 30MHz

- **Propagación:** Rebota en ionosfera (capa cargada de electrones libres por la radiación solar) y tierra

Una onda se refracta: por la ionósfera respondiendo a $n = \sqrt{1 - \frac{81 \cdot N}{f^2}}$

n se llama índice de refracción, N cantidad de electrones libre por m^3 y f en Hz

Si $f^2 \gg 81 \cdot N$, entonces $n \approx 1$ ≈ 1 : **la onda no se curva** y sigue recta → solo

línea de vista (LOS)

Además hay un frecuencia crítica en dónde dejan de refractarse por la ionósfera.

LOS: 30MHz a 300GHz

- **Propagación:** Recta, curvatura de la tierra la limita
 - El tamaño de la antena se relaciona con la longitud de onda a transmitir
 - Potencia receptor y emisor definen el alcance
- Hay atenuaciones por precipitaciones y vapor de agua en:
10Ghz, 22.2Ghz y 183Ghz

Para las antenas

Radiación eficiente: la antena debe ser más larga que 1/10 de la λ (longitud de onda)

$$\lambda = \frac{c}{f_c}$$

donde c es la velocidad de la luz al vacío $\approx 3 \times 10^8 m/s$

LOS

LOS requiere antenas que vean por encima del horizonte, se considera distancia d , altura antena h y radio de la tierra r

$$d^2 = 2rh + h^2$$

por efecto de la atmosfera r de la tierra es de 8497km por lo que h^2 se desprecia

$$d = \sqrt{2 \cdot r \cdot h} \text{ o equivalentemente } d^2 = 2 \cdot r \cdot h$$

$$\text{Para que dos antenas se vean en el horizonte: } d \leq \sqrt{2 \cdot r \cdot h_1} + \sqrt{2 \cdot r \cdot h_2}$$

Además *depende* de **transmisor y receptor** ya que

- Se emite a cierta frecuencia
 - Esa frecuencia se atenúa y el receptor tiene una sensibilidad mínima
 - Debe ser mayor al ruido para poder decodificarse
- Para calcular la potencia que recibe una antena en condiciones ideales es la fórmula de *Friis*

$$P_r = \frac{P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot \lambda^2}{(4\pi d)^2}$$

Donde se ocupa la P potencia en Watts y G Ganancia (adimencional).

Uniendo las dos formulas anteriores:

$$d = \frac{\sqrt{\frac{P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot \lambda^2}{P_r}}}{4\pi}$$

Medición de la información

- Cuanto **menos probable** es un mensaje, **más información** aporta.
- Cuanto **más probable** es un mensaje, **menos información** aporta.

$$I_j = \log_2 \left(\frac{1}{P_j} \right)$$

Donde I_j es la cantidad de información en bits contenida en el mensaje j

Por otro lado P_j es la probabilidad de que ocurra el mensaje j

La cantidad de información I_j sólo depende de la probabilidad del mensaje y no del contenido en sí.

La información está relacionada con la sorpresa.

- Algo muy probable ****no aporta nada nuevo****. Algo raro, sí.

Entropía

En este caso nos interesa la **medición** a partir del **promedio** de una fuente digital:

$$H = \sum_{j=1}^m P_j \cdot I_j$$

Donde m es el numero de posibles mensajes y P_j la probabilidad de mandar el j-ésimo. La información promedio se llama entropía.

Entonces la entropía mide la incertidumbre o sorpresa promedio al recibir un mensaje, si una fuente es predecible: Su entropía es baja.

Ejemplo:

- Una moneda justa (cara o sello) tiene **máxima entropía de 1 bit por tirada**.
- Una moneda cargada que siempre da cara tiene **0 bits de entropía**: no hay sorpresa, ya sabes qué va a pasar.

Velocidad de la fuente $R = \frac{H}{T} \text{ bits/s}$ donde H es la info promedio y T el tiempo de envío de un mensaje.

PARTE II

Capacidad de una Canal

El sistema óptimo de comunicación es aquel que:

- Minimiza la probabilidad de Bit Error **BER**
 - Está sujeto a restricciones de energía transmitida y ancho de banda del canal
- Se estudia para el caso del ruido gaussiano

Según Shannon:

- Se calcula la capacidad C de un canal de bits/s, tal que si la velocidad de información R es menor a C bits/s, entonces la probabilidad de error será cercana a 0
- $C = B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$ donde B es ancho de Banda y S/N la relación Señal a Ruido en veces a la entrada del receptor.

$$SNR = \frac{S}{N} = \frac{P_{señal}}{P_{ruido}} = 10^{dB/10}$$

- Shannon establece que hay un límite
- Se puede utilizar la medida de eficiencia $\eta = \frac{R}{C}$
R es el rate de señalización y C la capacidad.
Para un R fijo, si aumento B ¿es posible reducir SNR?

En resumen: La capacidad máxima teórica de un canal depende de: Ancho de banda y la relación Señal a Ruido.

La eficiencia indica cuánto se ocupa del canal ideal con una modulación determinada.

Codificación

Si ocurren errores en un canal

- **ARQ** Requisición de repetición automática
 - Se detecta error -> pide retransmisión
 - Entre computadores
 - Bajo costo
 - Canal Duplex
- **FEC** Corrección de errores directa
 - Detecta y corrige errores
 - Canal simplex
 - Alto delay

A nivel de bit, queremos minimizar probabilidad de error P_b o BER

- Se agrega redundancia para que sean detectables

Hamming

Se crean bits de paridad en las posiciones que corresponde a las potencias de dos (1,2,4,8,16,32....)

- Indica si tiene una cantidad par o impar de 1s
- Completa la palabra para hacer par o impar la cantidad de 1s

Distancia mínima $d_{min} = 3$

Capacidad de corrección $t = 1$

Codificación

- **Sistemática:** La redundancia está agrupada "dddddd**pppp**"
- **No sistemática:** Redundancia intercalada "dd**p**dd**p**dd**p**"

DESAROLLO

dB y dB_i (decibelios con respecto a una antena isotrópica) se pueden transformar a veces con la fórmula: $10^{\frac{x dB}{10}}$

dBm (decibelios con respecto a 1 miliWatt) en Watts con: $10^{\frac{x dB - 30}{10}}$

El **decibel (dB)** es una unidad **logarítmica** que expresa la **relación entre dos valores** (generalmente de potencia):

$$dB = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{P_2}{P_1} \right)$$

- No tiene unidades: solo es una **comparación relativa**.
- Se usa porque las potencias pueden variar en rangos enormes (milésimas a miles de watts), y los logaritmos ayudan a **simplificar multiplicaciones en sumas**.