

Tratamiento de los errores en las redes de datos

Definición de tasa de errores

Un canal de comunicaciones puede agregar errores de transmisión.

La transmisión puede efectuarse por medios analógicos o digitales, pero la tasa de errores está referida siempre a la recepción en forma digital de los datos en el sumidero.

La tasa de errores se suele expresar mediante la sigla BER. (Bit Error Rate)

A medida que un circuito teleinformático tiene mayor confiabilidad, menor será el valor de la tasa de errores.

Tasa de errores sobre un equipo terminal de datos, que actúa como sumidero, es la relación entre los bits recibidos de manera errónea respecto de la cantidad total de bits transmitidos.

$$BER = \frac{\text{Cantidad de bits con errores}}{\text{Cantidad de bits transmitidos}}$$

Tratamiento de los errores en las redes de datos

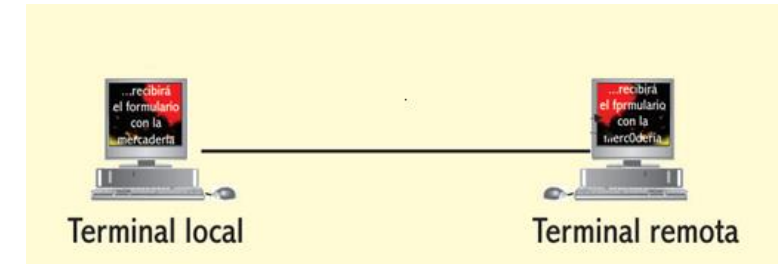
Detección de errores por adición de información redundante

Conceptos generales

En redes de área extensa (WAN) o en las de área local (LAN) se adiciona al mensaje información redundante para determinar si se produjo un error .

Procedimiento:

- El nodo transmisor le aplica el algoritmo definido.
- Se genera la información redundante compuesta por k bits.
- El transmisor envía la información más los k bits redundantes.
- El receptor separa la información de los k bits redundantes.
- Aplica el algoritmo al contenido de la información.
- Si los bits redundantes coinciden con los calculados se acepta la información como válida.
- Si no hay coincidencia se rechaza.



Tratamiento de los errores en las redes de datos

Detección de errores por adición de información redundante

Método de suma de verificación (checksum)

Es una forma de control por redundancia muy simple

Se emplea en numerosos protocolos utilizados en redes de área extensa.

En Internet se usan en TCP/IP (Transfer Control Protocol/Internet Protocol).

Procedimiento:

En la **fuelle** se suman los bytes adyacentes, o se ordenan de dos en dos formando palabras de 16 bits.

- con el resultado obtenido se calcula el complemento a 1.
- el valor obtenido se coloca en el campo de bits de verificación.

En el equipo **colector** se repite el cálculo de los bits de verificación.

- si ambos coinciden se considerará que la transmisión no tuvo errores.

Tratamiento de los errores en las redes de datos

Detección de errores por adición de información redundante

Método de control por redundancia cíclica (CRC)

Este método polinomial permite la verificación de todos los bits del mensaje mediante la utilización de un algoritmo matemático.

En el transmisor divide el mensaje por un polinomio conocido en ambos extremos (generador).

No hay términos de acarreo para la suma, ni de préstamo para la resta (operaciones de or exclusivo).

Ejemplo de suma:

$$\begin{array}{r} 11101001 \\ +10011100 \\ \hline 01110101 \end{array}$$

Ejemplo de resta:

$$\begin{array}{r} 11010001 \\ -10010110 \\ \hline 01000111 \end{array}$$

Un mensaje 11011011 se asimila a un polinomio:

$$1.X^7 + 1.X^6 + 0.X^5 + 1.X^4 + 1.X^3 + 0.X^2 + 1.X^1 + 1$$

Tratamiento de los errores en las redes de datos

Detección de errores por adición de información redundante

Método de control por redundancia cíclica (CRC)

Procedimiento

1. Definimos un polinomio $M(x)$ de grado n , a transmitir.
2. Definimos un polinomio $G(x)$ de grado r (generador).
3. Definimos un polinomio auxiliar del mismo grado que el generador de la forma X^r .
4. Debe ser $n \gg r$.
5. Se genera un polinomio que contenga $(r + n)$ bits, de la forma: $M(x) X^r$. ($M(x)$ es de grado n).
6. Se divide el nuevo polinomio generado de la forma: $M(x) X^r$ por el polinomio generador $G(x)$ (empleando el álgebra de módulo 2).
7. Se obtendrá un polinomio resto $R(x)$ (que siempre deberá tener un número de bits igual o menor que r , grado del polinomio resto).
8. Se obtiene un polinomio $T(x)$, que es el polinomio a transmitir.

Tratamiento de los errores en las redes de datos

Detección de errores por adición de información redundante

Método de control por redundancia cíclica (CRC)

Procedimiento

Se restan en módulo 2 los bits de $M(x)$ X^r y de $R(x)$

Paso 1º:
$$\frac{X^r M(x)}{G(x)} = C(x) + R(x)$$

Donde:

$C(x)$ es el cociente de la división (no tiene utilidad)

Paso 2º:
$$T(x) = X^r M(x) + R(x)$$

Paso 3º: $T(x)$ será siempre divisible por el polinomio generador $G(x)$.

Paso 4º: Si se introducen errores en la transmisión se recibirá:

$$T(x) = T(x) + E(x)$$

Tratamiento de los errores en las redes de datos

Detección de errores por adición de información redundante

Método de control por redundancia cíclica (CRC)

Polinomios generadores: están normalizados tres polinomios donde el término $(x + 1)$ está contenido como factor primo.

- Polinomio CRC-16

Se usa para caracteres codificados con 8 bits: $P(X) = X^{16} + X^{15} + X^2 + 1$

- Polinomio UIT-T

El CCITT lo normalizó: $P(X) = X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$

Su rendimiento es igual al anterior.

- Polinomio CRC-12

Indicado para caracteres codificados con 6 bits. $P(X) = X^{12} + X^{11} + X^3 + X^2 + X^1 + 1$

Trabajo Practico Nro. 6

Ejercicio Nro. 1

En una red de transmisión de datos se reciben 20 bits erróneos en 200.000 bits totales.
¿Cuál es el BER?

$$\text{BER} = \frac{\text{Cantidad de bits erróneos}}{\text{Cantidad de bits totales}} = \frac{20}{200.000} = 0,0001$$

Trabajo Practico Nro. 6

Ejercicio Nro. 2

Dado el siguiente mensaje a transmitir [$M(x)$] y teniendo como polinomio generador $G(x) = X^4 + X + 1$. Aplicar el método para detección de errores CRC determinando la información a transmitir. Calcular el rendimiento sincrónico de la transmisión.

$M(x) = 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1$. Repetir el procedimiento del lado del receptor.

$G(x) = 1\ 0\ 0\ 1\ 1$

Tratamiento de los errores en las redes de datos

Detección de errores por adición de información redundante

Método de control por redundancia cíclica (CRC)

Procedimiento

1. Definimos un polinomio $M(x)$ de grado n , a transmitir.
2. Definimos un polinomio $G(x)$ de grado r (generador).
3. Definimos un polinomio auxiliar del mismo grado que el generador de la forma X^r .
4. Debe ser $n \gg r$.
5. Se genera un polinomio que contenga $(r + n)$ bits, de la forma: $M(x) X^r$. ($M(x)$ es de grado n).
6. Se divide el nuevo polinomio generado de la forma: $M(x) X^r$ por el polinomio generador $G(x)$ (empleando el álgebra de módulo 2).
7. Se obtendrá un polinomio resto $R(x)$ (que siempre deberá tener un número de bits igual o menor que r , grado del polinomio resto).
8. Se obtiene un polinomio $T(x)$, que es el polinomio a transmitir.

Tratamiento de los errores en las redes de datos

Detección de errores por adición de información redundante

Método de control por redundancia cíclica (CRC)

Procedimiento

Se restan en módulo 2 los bits de $M(x) X^r$ y de $R(x)$

Paso 1º:
$$\frac{X^r M(x)}{G(x)} = C(x) + R(x)$$

Donde:

$C(x)$ es el cociente de la división (no tiene utilidad)

Paso 2º:
$$T(x) = X^r M(x) + R(x)$$

Paso 3º: $T(x)$ será siempre divisible por el polinomio generador $G(x)$.

Paso 4º: Si se introducen errores en la transmisión se recibirá:

$$T(x) = T(x) + E(x)$$

Trabajo Practico Nro. 6

Ejercicio Nro. 2

$M(x) = 10110101101$ y $G(x) = X^4 + X + 1 \Rightarrow 10011$. Procedimiento $T(x)$

101101011010000

10011

0010110

10011

0010111

10011

0010001

10011

00010000

10011

000110 $\Rightarrow R(x) = 0110$



Entrada		Salida
A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$T(x) = M(x) + R(x)$

101101011010110

Trabajo Practico Nro. 6

Ejercicio Nro. 2

$T(x) = 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0$ y $G(x) = X^4 + X + 1 \Rightarrow 1\ 0\ 0\ 1\ 1$. Procedimiento R(x)

1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 0 1 1 0

1 0 0 1 1

0 0 1 0 1 1 0

1 0 0 1 1

0 0 1 0 1 1 1

1 0 0 1 1

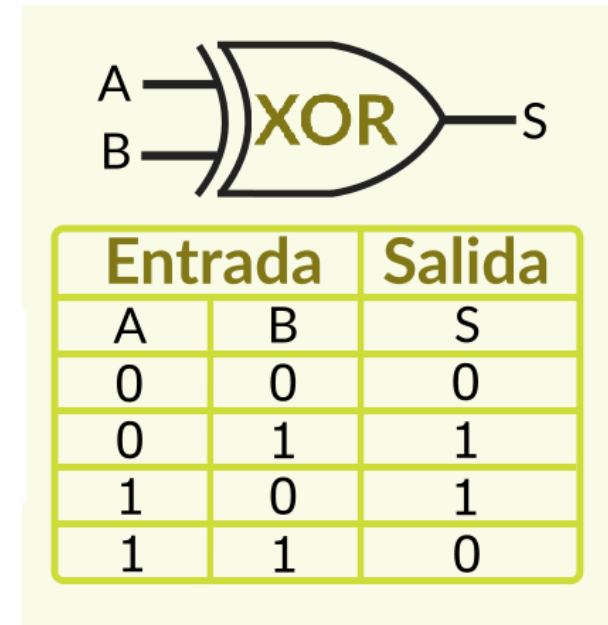
0 0 1 0 0 0 1

1 0 0 1 1

0 0 0 1 0 0 1 1

1 0 0 1 1

0 0 0 0 0 0 0 $\Rightarrow R(x) = 0\ 0\ 0\ 0$



Se corrobora el envío sin errores

Trabajo Practico Nro. 6

Ejercicio Nro. 3

Ídem al punto anterior con $M(x) = 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1$ y polinomio generador

$$G(x) = x^8 + x^3 + x^2 + x + 1.$$

Procedimiento T(x)

$$G(x) = x^8 + x^3 + x^2 + x + 1$$

$$G(x) = 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1$$

1 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0

1 0 0 0 0 1 1 1 1

Aplicar XOR

$$R(x) = 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0$$

$$T(x) = M(x) + R(x)$$

1 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0

Realizar el Procedimiento R(x) y Verificar si hubo error en la transmisión.



Entrada		Salida
A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Trabajo Practico Nro. 6

Ejercicio Nro. 4

Obtener el mensaje a transmitir utilizando un CHECKSUM en las siguientes representaciones de 4 bits. Calcular el rendimiento sincrónico de la transmisión.

A-0 0 1 1

B-1 0 1 1

C-0 1 1 0

D-0 0 1 0

Repetir el procedimiento del lado del receptor. Extraer conclusiones

Procedimiento CHECKSUM:

En la fuente se suman los bytes adyacentes, o se ordenan de dos en dos formando palabras de 16 bits.

con el resultado obtenido se calcula el complemento a 1.

el valor obtenido se coloca en el campo de bits de verificación.

En el equipo colector se repite el cálculo de los bits de verificación.

si ambos coinciden se considerará que la transmisión no tuvo errores.

Trabajo Practico Nro. 6

Ejercicio Nro. 4

El procedimiento desde el Transmisor, sería:

A: 0 0 1 1

B: 1 0 1 1

A + B = 1 1 1 0

C: 0 1 1 0

AB + C = 1 0 1 0 0

Por carrier: 1

AB + C = 0 1 0 1

D: 0 0 1 0

ABC + D = 0 1 1 1

Complemento 1 - C1 1 0 0 0

Se envía A, B, C, D y el C1 obtenido

El procedimiento desde el Receptor, sería:

A: 0 0 1 1

B: 1 0 1 1

A + B = 1 1 1 0

C: 0 1 1 0

AB + C = 1 0 1 0 0

Por carrier: 1

AB + C = 0 1 0 1

D: 0 0 1 0

ABC + D = 0 1 1 1

Complemento 1 - C1 1 0 0 0

ABCD + C1 = 1 1 1 1 - envío sin errores