

CORRECTOR DE ERRORES HACIA ADELANTE

FORWARD ERROR CORRECTION (FEC)

VICTOR ANTONIO MACEA ORTEGA¹
DANIEL TOBON RODRIGUEZ²

Resumen: Las telecomunicaciones son una tecnología que va en crecimiento cada día y esto conlleva a la fiabilidad que las personas le depositan en este caso en particular la transmisión de información de excelente calidad, por ende todos los mecanismos que respalden esta fiabilidad son un tema muy importante. En este artículo daremos a conocer un mecanismo llamado corrector de errores hacia adelante (FEC), además el fundamento de este en los códigos de detección y corrección de errores, los tipos de errores que se presentan en las telecomunicaciones y otros mecanismos de corrección de errores que existen.

Palabras claves: Corrección de errores hacia adelante, telecomunicaciones, bit, errores, información

Abstract: Telecommunications is a technology that is growing every day and this leads to the reliability that people will settle in this particular case the transmission quality information, therefore all is reliability mechanisms are supporting a very important issue. In this article we will introduce a mechanism called forward error correction (FEC), and the foundation of the codes of detection and correction of errors, types of errors that arise in telecommunications and other error correction mechanisms there.

Key words: Forward error correction, telecommunications, errors, information, bit

¹ Victor Antonio Macea Ortega: Estudiante de Ingeniería Electrónica, Institución Universitaria de Envigado. E-mail: victor.9010@hotmail.com

² Daniel Tobón Rodríguez: Estudiante de Ingeniería Electrónica, Institución Universitaria de Envigado. E-mail: danielto15@hotmail.com

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento actual de las telecomunicaciones no es medible ya que está en una curva de crecimiento muy pronunciada, por eso cada día se debe tener más en cuenta la calidad y la eficacia de esta tecnología que no sólo tiene un impacto en la economía mundial, si no también un alto impacto en la sociedad; con el pasar del tiempo cada vez va adquiriendo más usuarios lo que requiere más cobertura y más calidad en la transmisión de la información, todo esto lleva a tener mejor transmisión de la información para darle estabilidad y confiabilidad de cara al usuario.

Por eso en este artículo queremos dar a conocer un mecanismo de corrección que actualmente es utilizado para el envío de la información.

El FEC (forward error correction), o en español corrección de errores hacia adelante, es un mecanismo el cual mediante la agregación de unos bits adicionales a la información puede corregir los errores de forma automática y sin necesidad de reenvío de la señal de información. Se explicará de forma tal que sea entendible ya que al ser un tema muy técnico puede haber ciertos conceptos que no sean muy conocidos.

En el siguiente artículo de revisión bibliográfica empezaremos con una breve introducción sobre el surgimiento de la detección y corrección de errores que desde hace mucho tiempo se había pensado en los posible fenómenos que pudieran afectar las transmisiones de la información, los tipos de errores que afectan las telecomunicaciones, también otros mecanismos existentes para la corrección de errores ya que el FEC no es el único que existe y se implementa.

Al final se enunciarán algunas conclusiones que se puedan dejar más claro por qué en ciertas transmisiones no se utilizan o por el contrario implementan el mecanismo FEC.

2. Detección y corrección de errores

Richard Wesley Hamming fue un matemático que se especializó en la rama de la informática y las telecomunicaciones. En el año 1950 cuando trabajaba en los laboratorios Bell comenzó sus trabajos sobre códigos de corrección de errores, perteneció al grupo de ciencias computacionales en California en donde escribió un artículo muy importante sobre los códigos de error.[1]

En comunicaciones cuando se desea transmitir una información de un emisor a un receptor, siempre se tendrá

la presencia de una perturbación o de ruido que afecta la calidad de la información, específicamente se presenta una modificación en los bits. En la figura 1 se muestra como con los códigos correctores de errores se envían dos veces la información de los bits, en el momento de la recepción si la información es diferente eso significa que se ha producido un error el cual puede ser una interferencia o se halla presentado ruido.

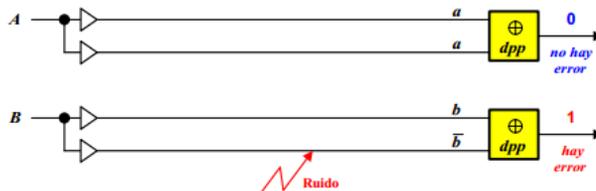


Figura 1. Ruido en una transmisión [2]

En la actualidad los códigos de corrección de errores son fundamentales en la teoría de la codificación y sus prácticas más comunes son en módems, memorias y las comunicaciones vía satélite. [2]

3. Forward error correction (FEC)

Conocido por sus siglas en inglés FEC, en español corrector de errores hacia adelante, principalmente se utiliza cuando hay más de un receptor y no es necesario hacer retransmisiones de la información.

Opera bajo el método de diversidad de tiempo, es decir, que un mensaje sea enviado dos veces a la vez, lo cual permite al receptor tener dos oportunidades de recibir la información enviada. Esto es posible mediante la agregación de redundancia la cual es la información adicional que porta un mensaje, esto permite que el receptor pueda localizar el error, además de saber en qué bits se encuentra el error; sin embargo para que suceda esto y pueda localización del error el número de bits que se agrega debe ser mayor que el número de bits que sean necesarios para detectar el error.[3]

El FEC brinda dos posibilidades la de poder transmitir información a varios receptores o la de ser seleccionar ciertos receptores en específico, este último se conoce como el FEC selectivo ya que por medio código enviado por el transmisor ciertos receptores son capaz de captarlos.[4]

Para ver un poco en detalle el funcionamiento, en la figura 2 podemos observar que se desean enviar los caracteres del 1 al 9 el transmisor enviará normalmente la información

pero dos veces, una como D_x y la otra como R_x , para los mismos números. (Figura 2)

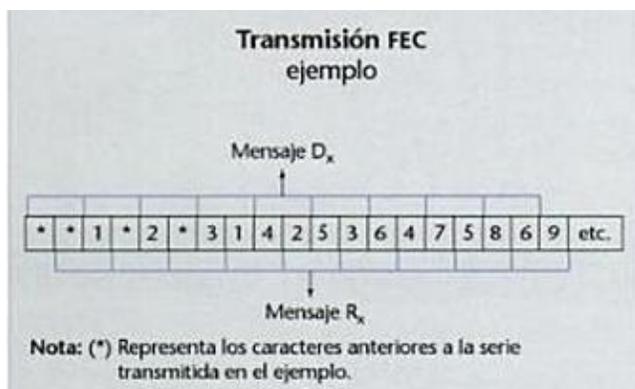


Figura 2 Transmisión de caracteres [4]

En la figura 3 se observa en funcionamiento el FEC el cual se encarga de seleccionar la información que no contenga error, primero analizando una transmisión de D_x y luego la de R_x , si alguna de las dos transmisiones contiene error será descartada y se tomara solo la que este correcta, en caso de que las dos transmisiones presenten error se mostrara mediante un carácter diferente o especial que el receptor capto error en ambas transmisiones.

Caracteres		Operación del FEC
Serie D_x	Serie R_x	
Sin error	Sin error	Se ordena imprimir el carácter
Con error	Sin error	Se ordena imprimir el carácter de la serie R_x
Sin error	Con error	Se ordena imprimir el carácter de la serie D_x
Con error	Con error	Se ordena imprimir un carácter especial que indica error en la recepción

Figura 3. Funcionamiento del FEC[4]

4. Tipos de errores

Las redes ópticas son de mayor capacidad que las redes tradicionales y en cuanto mayor es la trama que se transmite, mayor es el riesgo de que contenga algún error. Existen varios tipos de errores como lo podemos ver en la figura 4

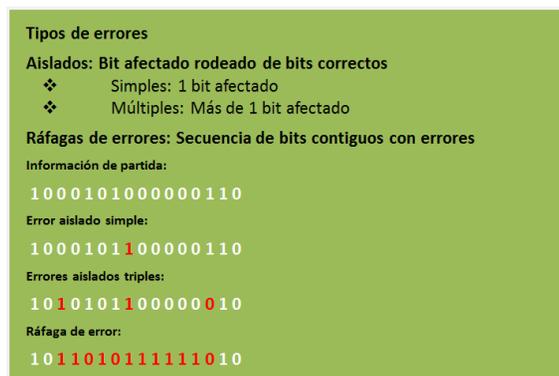


Figura 4. Tipos de error [6]

4.1 Error aislado simple.

Solamente un bit de una unidad de datos estipulada cambia de 1 a 0 o inversamente.

Un error de bit trastorna el significado del dato; son el tipo de error menos probable en una transmisión de datos serie, puesto que el intervalo de bit es muy breve (1/frecuencia). Es más común en una transmisión de datos paralela [6]

4.2 Error de ráfaga.

En transmisión de datos, representa que dos o más bits de la unidad de datos han cambiado. Esto no significa precisamente que los errores se originen en bits consecutivos. La longitud de la ráfaga se cuenta desde el primero hasta el último bit correcto, algunos bits intermedios alcanzan a estar bien.

Los errores de ráfaga son más factibles en transmisiones seriales, donde la duración del ruido es normalmente mayor que la duración de un bit. El número de bits afectados depende de la tasa de datos y de la duración del ruido. [6]

5. Mecanismos de corrección de errores

Para poder hacer la corrección de errores se deben primero revelar, para esto se añade un código en función de los bits de la trama de forma que este código señale si se ha cambiado algún bit en el camino. Este código debe de ser distinguido e interpretado tanto por el emisor como por el receptor.

5.1 Verificación de paridad

Esta verificación también es conocida como verificación de redundancia vertical (VRC). Este método se trata en agregar un bit de paridad a la unidad de datos (usualmente de 7 bits = 1 byte), de modo que se forme un byte y este se adapta con el bit de paridad, cuyo valor es 0 o 1. 1 si el

dígito de bits en la palabra código es impar, 0 en caso contrario.

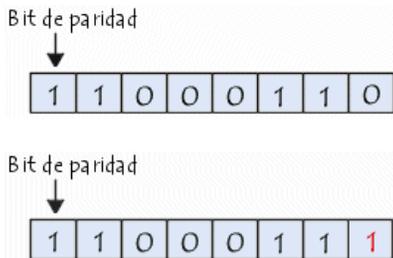


Figura 5. Error de byte[6]

El sistema de control de paridad logra mostrar un número impar de errores, puede detectar solamente el 50% de todos los errores. Este componente de detección de errores también tiene la desventaja de no corregir los errores que encuentra, la única forma de arreglarlo es solicitar que el byte erróneo sea retransmitido. [7]

5.2 Verificación de redundancia longitudinal

La LRC también conocida como verificación de redundancia horizontal consiste en verificar la distribución del bit de identidad con un conjunto de formas. [9]

Luego cuando el destinatario o receptor evidencia el LRC, y alguno de los bits no siguen la regla de paridad par, se retira todo el bloque ver (figura 6) [8]

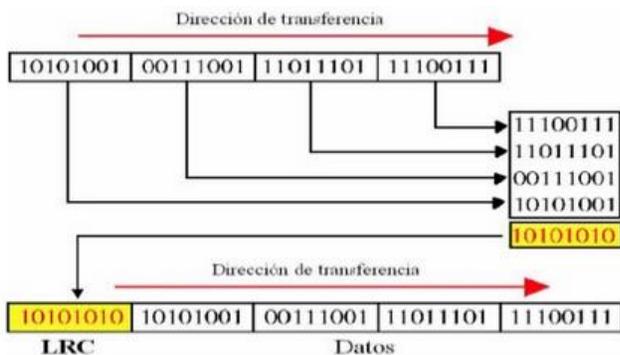


Figura 6. Verificación LRC[8]

5.3 Verificación de redundancia cíclica

La CRC (cyclic redundancy check) es un procedimiento de control de honestidad de datos de fácil ejecución. Es el principal procedimiento de detección de errores utilizado en las telecomunicaciones.

La CRC se basa en la división binaria, se añade una secuencia de bits redundantes, llamados CRC o residuo CRC, al final de la unidad de datos de forma que los datos

resultantes sean divisibles exactamente por un número binario predeterminado. La presencia de un residuo muestra que el bloque de datos ha sufrido daños mientras el tránsito y que debe ser rechazada. (Ver figura 7)

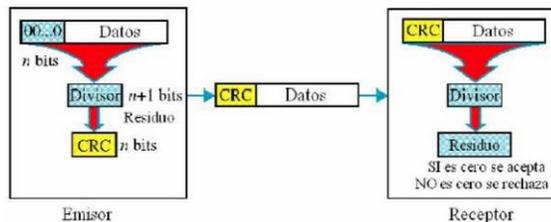


Figura 7 Redundancia cíclica [7]

5.4 Distancia de Hamming

Es el número de bits que tienen que cambiarse para transformar una palabra de código válida en otra palabra de código válida o la firmeza de los códigos de bloque y depende de la diferencia entre una palabra de código válida y otra. A mayor sea la diferencia, menor es la posibilidad de que un código válido se convierta en otro código válido por una cadena de errores. En la figura 8 podemos ver que al ubicar una distancia mínima 3, certifica que cualquier mezcla errónea sea contigua únicamente a una combinación válida [2]

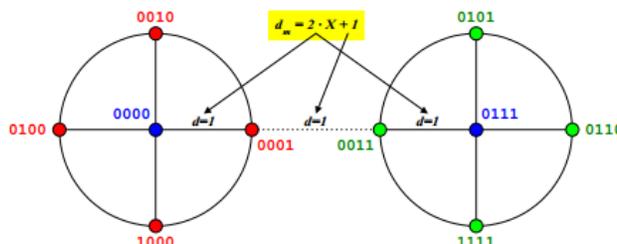


Figura 8. Distancia Hamming [2]

6. CONCLUSIONES

1. El FEC reduce el número de errores en una transmisión e incrementa la efectividad garantizando que llegue la información con muy pocos errores.
2. La información no requiere retorno, ni otro canal para confirmar que las correcciones a los errores fueron realizadas.
3. Entre más bits se introduzcan será afectada la tasa de transmisión efectiva, además se pueden presentar retardo en el envío.

4. Es muy eficiente cuando se trata de un ancho de banda muy grande y minimiza los costos cuando hay necesidad de retransmisión de datos.
5. El FEC realiza las reconstrucciones en el receptor lo que conlleva a utilizar más códigos de muchos bits, y esto disminuye la calidad del código, es decir, para hacer la reconstrucción en el equipo receptor se deben emplear más bits lo que reduce la efectividad del código.
6. Este método no es 100% confiable por lo que puede haber un margen de error en la información enviada (El cual se puede evitar utilizando además del FEC otro mecanismo de corrección)
7. El FEC sólo es utilizado en tecnologías digitales, en la comunicaciones análogas no funciona debido a las degradaciones de las señales análogas.

REFERENCIAS

[1] David Poole, "Álgebra lineal. Una introducción moderna", 2da edición, pp: 243, ISBN 13:978-970-686595-0, Disponible: <http://latinoamerica.cengage.com>

[2] Emiliano Aldabas, Montserrat Corbalán y José María Cisa, XII Jornades de Conferències JCEE'06, Escola Universitària de Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa, EUETIT, "L'Escola Industrial" Colom, 1 08222 TERRASSA Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). [En línea] Disponible: http://www.jcee.upc.es/JCEE2006/pdf_ponencies/PDFs/JCEE06_14_12_T2.pdf

[3] Enrique Herrera Pérez, Comunicaciones II Comunicación digital y ruido, pp: 29 Mexico: Limusa 2012, ISBN: 976-18-6196-4

[4] Antonio Ricardo Castro, Lechtaler Ruben Jorge Fusario. Teleinformática. 2da edición, Vol. 2, Ed. Barcelona: Reverte 1999, pp 147-148

[5] Neri Vela Rodolfo Comunicación por satélite ISBN 970-686-282-x, Ed. Mexico 2004: Thomson Learning, S.A., impreso en Mexico: impresores y editora rodriguez, pp 227-230. [En línea] Disponible: <http://books.google.es/books?id=d9mTPuUaVigC&pg=PA227&dq=Correcci%C3%B3n+de+errores+en+recepci%C3%B3n&hl=es&sa=X&ei=S2J4UeqAG-3k4AOjJIHwDQ&ved=0CD0Q6AEwAg#v=onepage&q=Correcci%C3%B3n%20de%20errores%20en%20recepci%C3%B3n&f=false>

[6] Pablo Gil, Jorge Pomares, REDES Y TRANSMISIÓN DE DATOS, [En línea] disponible en <http://books.google.com.co/books?id=On6y2SEaWyMC&pg=PA>

[27&lpg=PA27&dq=ver+redes+y+transmision+de+datos+pablo+gil&source=bl&ots=Lbaq5wSIKK&sig=aMCKr2XmRvUOgXey5xS55JvIqpc&hl=en&sa=X&ei=7NZwUaOqGITG9gSyzoCYCA&ved=0CDAQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.co/books?id=On6y2SEaWyMC&pg=PA27&lpg=PA27&dq=ver+redes+y+transmision+de+datos+pablo+gil&source=bl&ots=Lbaq5wSIKK&sig=aMCKr2XmRvUOgXey5xS55JvIqpc&hl=en&sa=X&ei=7NZwUaOqGITG9gSyzoCYCA&ved=0CDAQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false)

[7] Antonio Ricardo Castro, Ruben Jorge Fuisario, Teleinformática para ingenieros en sistemas de información [En línea] disponible en http://books.google.com.co/books?id=ZOZp72uLGMwC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

[8] FitsGerald Dennis, business data communications and networking [En línea] disponible en http://books.google.com.co/books?id=EKW1_wcuOpgC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

[9] Ing. Aldo N. Bianchi, MscEE, Protección de los Datos: Control de Errores. Seguridad en Redes. [En línea] disponible en <http://www.geocities.ws/abianchi04/textoredes/c3.pdf>