

RECOMENDACIÓN UIT-R BT.1789

Método para reconstruir la señal de vídeo recibida utilizando información sobre errores de transmisión para la transmisión de vídeo en paquetes

(Cuestiones UIT-R 44/6 y UIT-R 109/6)

(2007)

Alcance

En esta Recomendación se especifica un método para que el proveedor de servicios pueda reconstruir la señal de vídeo recibida con miras a controlar la calidad de vídeo en un receptor utilizando información sobre errores de transmisión para la transmisión de vídeo en paquetes. Esta Recomendación se aplica a los servicios de vídeo en los que se dispone de comunicaciones digitales bidireccionales.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que diversos analistas han efectuado una evaluación tradicional de la calidad de vídeo subjetiva;
- b) que si bien las pruebas subjetivas se consideran como el método más preciso, éstas tienen numerosas limitaciones puesto que resultan onerosas y consumen mucho tiempo;
- c) que es conveniente que el proveedor de servicios controle la calidad de vídeo en el receptor;
- d) que algunos métodos objetivos para la medición de la calidad vídeo exigen anchura de banda adicional para transmitir parámetros;
- e) que la anchura de banda es un recurso valioso y oneroso en muchos servicios multimedios;
- f) que los trayectos de comunicación de la mayor parte de las aplicaciones multimedios serán completamente digitales;
- g) que cuando los datos de vídeos se transmiten en paquetes resulta fácil identificar los errores de transmisión y sus efectos en la señal de vídeo recibida;
- h) que ciertos tipos de receptores son capaces de detectar la aparición de errores de transmisión;
- j) que en algunas aplicaciones multimedios con capacidades de canal de retorno, el receptor es capaz de enviar esa información sobre errores de transmisión a la cabecera de red¹,

observando

- a) que la cabecera de red puede controlar con eficacia la calidad de la señal de vídeo recibida utilizando la secuencia de vídeo reconstruida, junto con otra información disponible, incluida la secuencia de origen de la transmisión vídeo en paquetes,

¹ De conformidad con la Recomendación UIT-R BT.1683, la cabecera de red (o extremo emisor) incluye un transmisor, una unidad de estimación de la señal de vídeo recibida y una unidad de estimación de la calidad de vídeo; también podría incluir un codificador.

recomienda

1 que se utilice el método descrito en el Anexo para que la cabecera de red reconstruya la señal de vídeo percibida en cualquier receptor, con miras a controlar la calidad de vídeo en ese receptor.

Anexo 1

1 Introducción

Los métodos objetivos para la medición de la calidad de vídeo se clasifican en tres categorías: modelos con referencia completa (FR, *full-reference*), modelos con referencia reducida (RR, *reduced-reference*) y modelos sin referencia. En general la precisión de los modelos sin referencia es inferior a la de los modelos FR y RR. Las Figs. 1 y 2 ilustran los modelos con referencia completa y con referencia reducida, respectivamente. El modelo con referencia completa, que abarca dos secuencias de vídeo (secuencia de vídeo de origen y secuencia de vídeo procesada) produce una medición de la calidad de vídeo (VQM, *video quality metric*) de la secuencia de vídeo procesada.

Como puede apreciarse, los modelos FR y RR requieren secuencias de vídeo procesadas y de origen para la evaluación de la calidad de la imagen. Por otro lado, en el caso de algunos servicios de radiodifusión, el control de la calidad de vídeo recibida es importante. Si se ha de utilizar un modelo FR, la secuencia de vídeo de origen debe estar disponible en el receptor (Fig. 3), o bien la secuencia de vídeo procesada (imagen degradada) debe estar disponible en la cabecera de red (Fig. 4). De conformidad con la presente Recomendación, la calidad de vídeo recibida, tal como se percibe en el receptor, podría evaluarse en la cabecera de red. Ello exige que la secuencia de vídeo de origen, o ciertas características extraídas de la secuencia de vídeo de origen, esté disponible en la cabecera de red. Si se ha de utilizar un modelo RR, las características extraídas de la secuencia de vídeo de origen deben estar disponibles en el receptor (Fig. 5) o bien las características extraídas de la secuencia de vídeo procesada (imagen degradada) deben estar disponibles en la cabecera de red (Fig. 6). Dado que en muchas aplicaciones multimediales la anchura de banda es un recurso valioso y oneroso, es conveniente evitar la transmisión de estos datos adicionales.

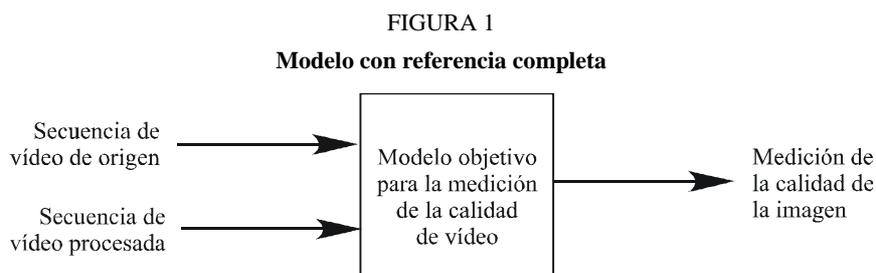


FIGURA 2

Modelo con referencia reducida

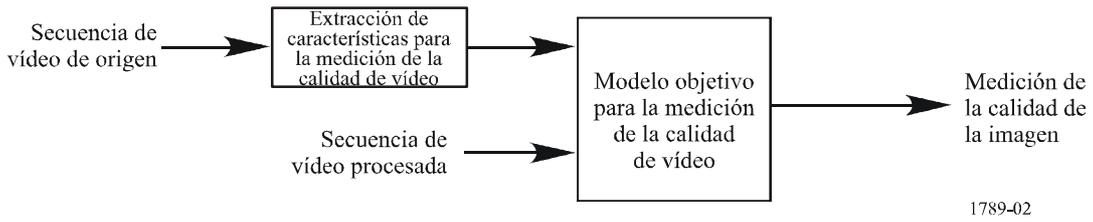


FIGURA 3

Diagrama de bloques para el cálculo en el receptor de la calidad de la señal de vídeo recibida utilizando un modelo FR

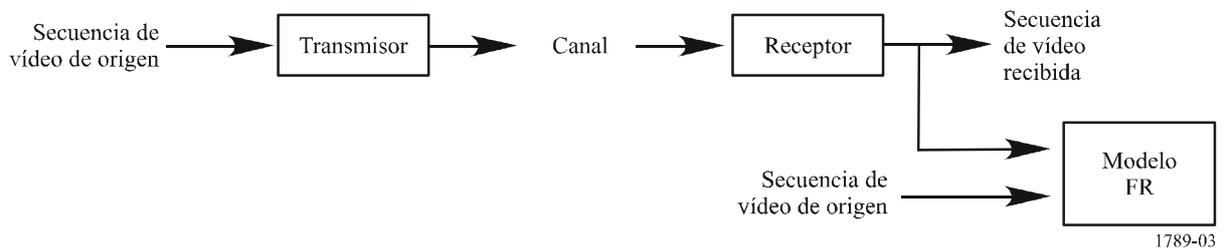


FIGURA 4

Diagrama de bloques para el cálculo en la cabecera de red de la calidad de la señal de vídeo recibida utilizando un modelo FR

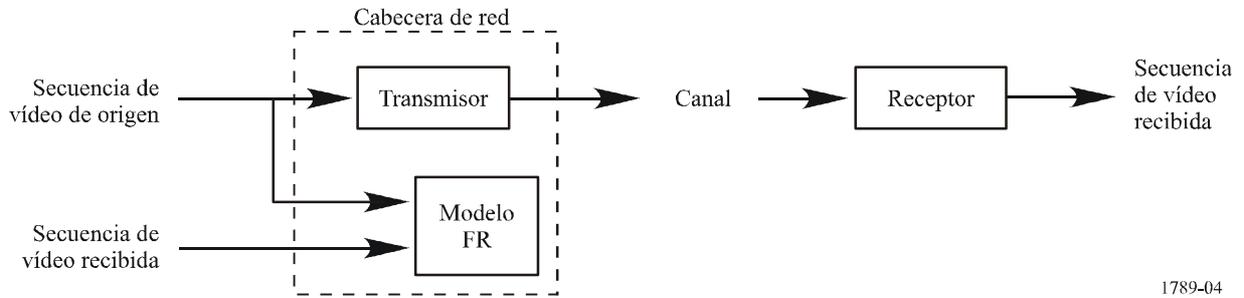


FIGURA 5

Diagrama de bloques para el cálculo en el receptor de la calidad de la señal de vídeo recibida utilizando un modelo RR

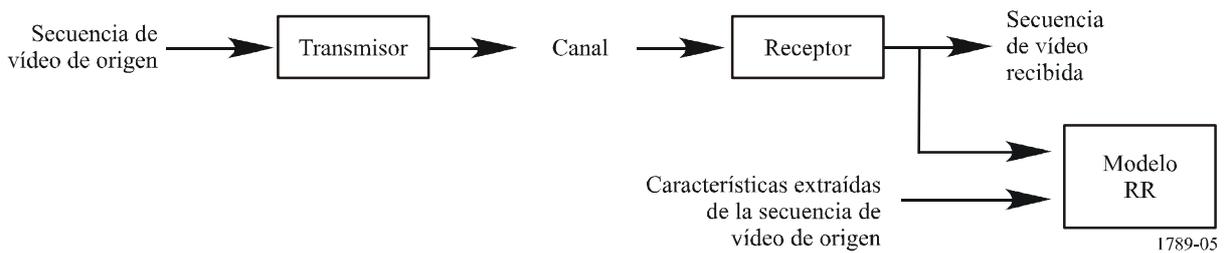
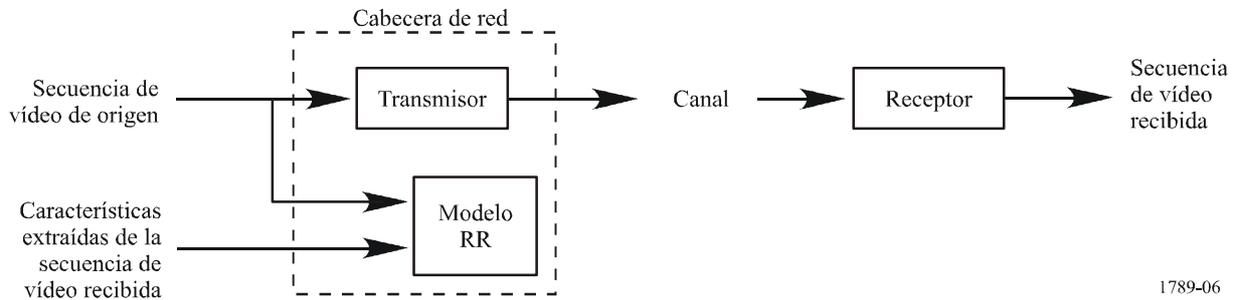


FIGURA 6

Diagrama de bloques para el cálculo en la cabecera de red de la calidad de la señal de vídeo recibida utilizando un modelo RR



1789-06

Sin embargo, en algunas aplicaciones multimedios los datos de vídeo se transmiten en paquetes. Durante la transmisión pueden darse distintos errores, que incluyen la pérdida de paquetes, el desbordamiento, la infrautilización y el retardo. Estos errores pueden producir congelamientos de trama, omisiones de tramas, errores en bloque, fluctuación de fase, retardo, etc., en el vídeo recibido. En las comunicaciones digitales, todos estos errores de transmisión y sus efectos se pueden identificar exactamente cuando los datos de vídeo se transmiten en paquetes. Además, en la transmisión vídeo digital -si no hay errores de transmisión- la calidad vídeo recibida será idéntica a la calidad vídeo transmitida.

La cabecera de red puede reconstruir con exactitud el vídeo recibido, tal y como se percibe en el receptor, si éste devuelve información sobre errores de transmisión que incluye información sobre la pérdida de paquetes y el retardo de transmisión de vídeo en paquetes.

Es necesario que el proveedor de servicios y el receptor puedan comunicarse para que este último proporcione toda la información que necesita el primero. En otras palabras, el proveedor de servicios debe disponer de toda la información pertinente sobre el decodificador y las técnicas posteriores al procesamiento utilizadas en el receptor a fin de poder duplicar con exactitud la secuencia de vídeo en el receptor. Con esa información puede aplicarse el método con cualquier códec y por cualquier canal de comunicación, incluidos Internet y las comunicaciones inalámbricas. Dado que la evaluación de la calidad vídeo la efectúa el proveedor de servicios, que posee la fuente vídeo, es posible utilizar cualquier modelo, incluido el modelo con referencia completa y con referencia reducida.

1.1 Aplicación

Esta Recomendación ofrece un método para reconstruir la señal de vídeo recibida con miras a controlar la calidad de los servicios de vídeo cuando se dispone de canales de retorno y los datos de vídeo se transmiten en paquetes. Entre las aplicaciones del método descrito en esta Recomendación cabe mencionar las siguientes:

- control de la calidad de vídeo recibida, según se percibe en el receptor, con un consumo mínimo de anchura de banda adicional;
- control de la calidad de vídeo recibida en tiempo real en la cabecera de red.

1.2 Limitaciones

En esta Recomendación se describe un procedimiento para reconstruir las secuencias de vídeo, según se perciben en el receptor, utilizando información sobre errores de transmisión y datos sobre el vídeo transmitido en paquetes. Para aplicar dicho método es necesario poder rastrear e identificar todos los paquetes. Esta prestación la ofrecen algunos protocolos de transporte en paquetes como el protocolo de transporte en tiempo real (RTP, *real-time transport protocol*) y el modo de transferencia asíncrono (ATM)/capa de adaptación ATM (AAL). Para aplicar este método también es necesario disponer de un canal de retorno, de modo que el receptor pueda enviar al proveedor de servicios información sobre los errores de transmisión. A fin de evaluar la calidad vídeo en el receptor, el método debe utilizarse con un modelo objetivo para la medición de la calidad de vídeo. Se sugiere utilizar un modelo objetivo normalizado para la medición de la calidad de vídeo.

2 El método

En la Fig. 7 se ilustra el procedimiento. La cabecera de red transmite al receptor datos de vídeo en paquetes. Cabe señalar que primero se codifica el vídeo de origen y luego se disponen en paquetes los datos de vídeo comprimidos. El receptor dispone de una unidad de detección de errores de transmisión que detecta la aparición de errores de transmisión. Cuando ocurren errores de transmisión, la unidad de detección envía de vuelta a la cabecera la información sobre los errores, pérdida de paquetes y retardo, además de los efectos causados, congelamiento de tramas, omisión de tramas, errores en bloque, fluctuación de fase, etc. El Cuadro 1 contiene la información sobre errores de transmisión típicos. A continuación, la unidad de estimación de vídeo recibido de la cabecera de red emula al receptor y estima la calidad de vídeo recibida, según la percibe el receptor, utilizando la información sobre errores de transmisión y los datos de vídeo en paquetes producidos por el codificador. Por último, una unidad de evaluación de la calidad de vídeo calcula los resultados de la calidad de vídeo en el receptor utilizando el vídeo de origen y la estimación del vídeo recibido. En la Fig. 8 se presenta un ejemplo del método cuando se utiliza un modelo FR. La unidad de estimación de vídeo recibido (Fig. 7) realiza la estimación del vídeo recibido de la Fig. 8. Aun cuando la cabecera de red (proveedor de servicios) no dispone del vídeo de origen, también puede utilizar un modelo RR, siempre y cuando conozca los parámetros correspondientes.

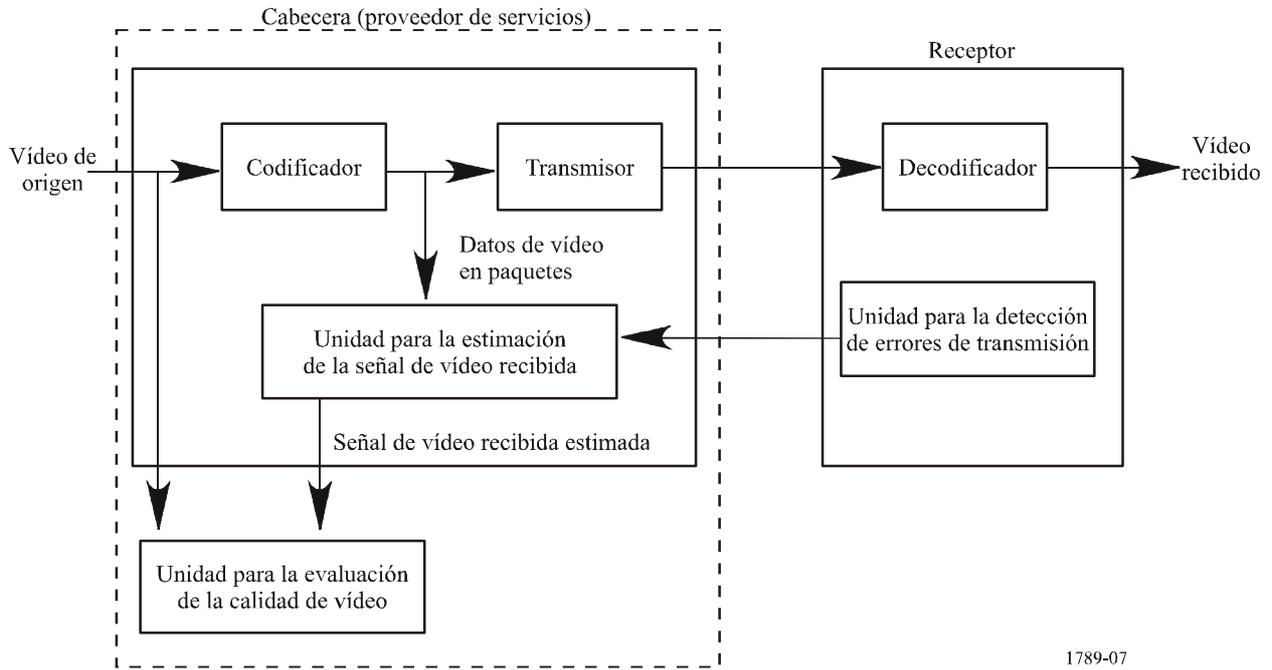
En la transmisión de vídeo en paquetes, los efectos de los errores de transmisión pueden describirse como sigue:

- degradación de la imagen a causa de la pérdida de paquetes;
- tramas perdidas debido a la pérdida de paquetes, el retardo, el desbordamiento o la infrautilización;
- tramas retardadas debido a errores de transmisión.

Por tanto, si el receptor envía información sobre paquetes perdidos o degradados, tramas perdidas u omitidas y tramas retardadas a la cabecera de red, ésta puede reconstruir la señal de vídeo recibida, tal como se percibe en el receptor.

FIGURA 7

Método para que la cabecera de red controle la calidad de vídeo en el receptor utilizando información sobre errores de transmisión



1789-07

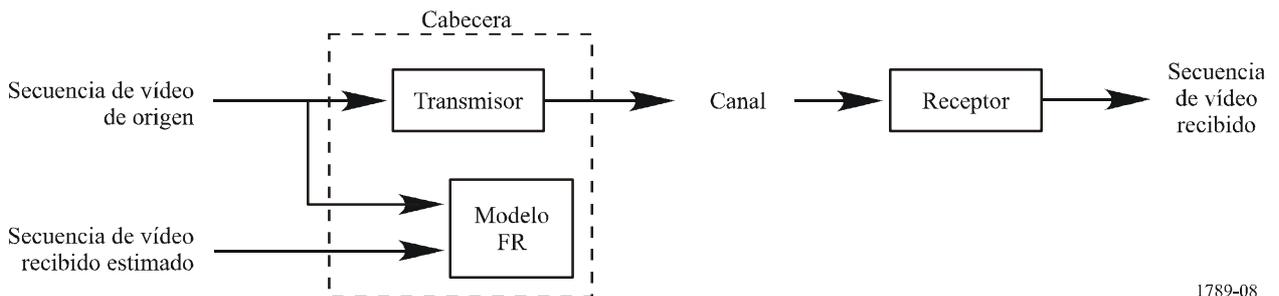
CUADRO 1

Información sobre errores de transmisión

Tipo de errores de transmisión	Contenidos de la información de transmisión
Información sobre paquetes perdidos o degradados	Índices de los paquetes correspondientes
Información sobre tramas retardadas	Tiempo de retardo e índices de las tramas retardadas
Información sobre tramas omitidas o perdidas	Índices de las tramas omitidas o perdidas

FIGURA 8

Diagrama de bloques para que la cabecera de red (el proveedor de servicios) calcule la calidad de vídeo de la señal de vídeo recibida utilizando la estimación del vídeo recibido (modelo FR)



1789-08

3 Mensajes para transmitir información sobre errores de transmisión

Conforme a este método, la cabecera (el proveedor de servicios) y el receptor interactúan para garantizar que este último proporciona al primero la necesaria información sobre errores de transmisión. Cabe asimismo señalar que se debe proporcionar toda la información sobre el decodificador y las técnicas posteriores al procesamiento utilizadas en el receptor para que el proveedor de servicios pueda estimar con exactitud la secuencia vídeo en el receptor.

En el Cuadro 1 se resume la información necesaria sobre errores de transmisión para que la cabecera estime la secuencia vídeo recibida. Para cada tipo de error de transmisión se transmite un mensaje. Dichos mensajes constan de dos o tres campos: tipo y números binarios. Pueden combinarse varios mensajes antes de transmitirlos.

3.1 Mensajes con información sobre el decodificador (información sobre el modelo del receptor)

Para poder estimar con exactitud la secuencia vídeo recibida, la cabecera necesita información sobre el decodificador y las técnicas posteriores al procesamiento utilizadas en el receptor. A tales efectos, al comenzar la transmisión el receptor debe transmitir un mensaje de identificación de modelo. Se supone que la cabecera tiene una base de datos y puede obtener toda la información necesaria sobre el decodificador y las técnicas posteriores al procesamiento utilizadas en el receptor a partir del mensaje de identificación del modelo.

3.2 Identificador del origen

En los entornos de radiodifusión y multidifusión, cuando la cabecera recibe mensajes sobre errores de transmisión debe identificar el correspondiente vídeo de origen. Con esta finalidad, el receptor debe transmitir un mensaje de identificación de origen. La información sobre el origen se transmite en paquetes.

3.3 Mensajes sobre paquetes perdidos

Por cada paquete perdido se debe transmitir el índice del paquete perdido.

Las ráfagas de errores hacen que se pierda un número consecuente de paquetes. En tal caso, es necesario transmitir el índice del primer paquete y el índice del último paquete de los paquetes perdidos.

3.4 Mensajes sobre tramas retardadas

Por cada trama retardada se debe transmitir el índice de la trama retardada y el tiempo de retardo.

3.5 Mensajes sobre tramas omitidas

Por cada trama omitida (perdida), se debe transmitir el índice de la trama omitida.

Las ráfagas de errores hacen que se pierda un número consecuente de tramas. En tal caso, se debe transmitir el índice de la primera trama y el índice de la última trama de las tramas salteadas.

3.6 Toma de contacto y manipulación de errores

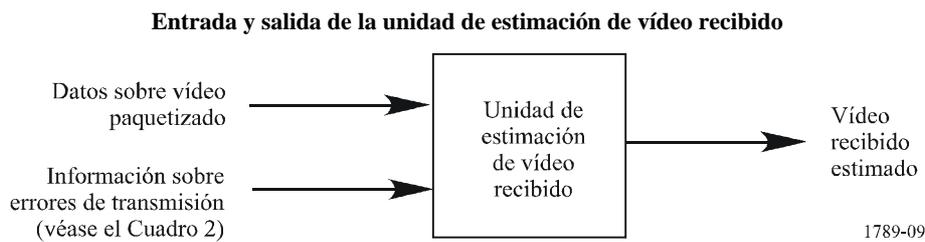
Debido a los errores de transmisión, esos mensajes también pueden perderse o corromperse. Por otro lado, la mayoría de los sistemas de comunicaciones bidireccionales utilizan algún mecanismo de detección y manipulación de errores, para garantizar la entrega de los mensajes. Los mensajes sobre errores pueden transmitirse en tiempo real o en lotes.

El Cuadro 2 resume las descripciones de mensajes de error. En la Fig. 9 se ilustra la unidad de estimación de vídeo recibido. El Apéndice contiene ejemplos de los formatos de mensaje de error.

CUADRO 2
Descripción del mensaje

Tipo de errores de transmisión	Descripción del mensaje
Información sobre el receptor	Mensaje de identificación de modelo
Identificador de origen	Mensaje de identificación de origen
Información sobre un paquete perdido	Índice de paquete perdido
Información sobre paquetes perdidos	Índice del primer paquete e índice del último paquete de los paquetes perdidos
Información sobre una trama retardada	Índice de la trama retardada y tiempo de retardo
Información sobre una trama omitida	Índice de la trama omitida
Información sobre tramas omitidas	Índice de la primera trama e índice de la última trama de las tramas salteadas

FIGURA 9



Apéndice 1

En este Apéndice se describe un ejemplo de un formato de mensaje capaz de enviar información sobre errores de transmisión.

1 Mensajes con información sobre el decodificador (información sobre el modelo del receptor)

Se puede transmitir un mensaje de identificación de modelo utilizando un formato de 32 bytes. El primer byte es el código ASCII de carácter "m" (6D en hexadecimal) que representa una identificación de modelo. Los 31 bytes siguientes son una cadena de caracteres que termina en un carácter nulo. Por ejemplo, si el número de modelo del terminal es «ABC-1234», se transmitirá el siguiente mensaje:

6D 41 42 43 2D 31 32 33 34 («mABC-1234») seguido por 23 caracteres nulos.

2 Identificador de origen

Se puede transmitir un mensaje de identificación de origen utilizando cinco bytes de datos binarios al comienzo de la transmisión. El primer byte es el código ASCII de carácter "i" (69 en hexadecimal) que representa un identificador de origen. Los otros cuatro bytes se utilizan para la identificación del origen:

69 XX XX XX XX (hexadecimal).

3 Mensajes sobre paquetes perdidos

Se puede transmitir un índice de paquete perdido utilizando cinco bytes de datos ordinarios. El primer byte es el código ASCII de carácter "1" (6C en hexadecimal) que representa un paquete perdido. Los otros cuatro bytes son un largo entero (cuatro bytes) que representa el índice del paquete perdido. Por ejemplo, si se pierde el 100º paquete, se transmitirá el siguiente mensaje:

6C 64 00 00 00 (hexadecimal)

siendo el primer byte el menos significativo del entero de cuatro bytes (sin signo).

Las ráfagas de errores hacen que se pierda un número consecuente de paquetes. En tal caso, se puede transmitir el índice del primer paquete y el índice del último paquete utilizando nueve bytes de datos binarios. El primer byte es el código ASCII de carácter "L" (4C en hexadecimal). Los cuatro bytes siguientes son un largo entero (cuatro bytes) que representa el índice del primer paquete perdido. Los últimos cuatro bytes son un largo entero que representa el índice del último paquete perdido. Por ejemplo, si se pierden los paquetes 60º-90º, se transmitirá el siguiente mensaje:

4C 3C 00 00 00 5A 00 00 00 (hexadecimal)

siendo el primer byte el menos significativo del número de cuatro bytes (sin signo).

4 Mensajes sobre tramas retardadas

Se puede transmitir el índice de la trama retardada y el tiempo de retardo utilizando siete bytes de datos binarios. El primer byte es el código ASCII de carácter "d" (64 en hexadecimal) que representa una trama retardada. Los siguientes cuatro bytes son un largo entero (cuatro bytes) que representa el índice de la trama retardada. Los últimos dos bytes son un entero corto (dos bytes) que representa el tiempo de retardo en milisegundos. Por ejemplo, si la 60ª trama tiene 300 ms de retardo, se transmitirá el siguiente mensaje:

64 3C 00 00 00 2C 01 (hexadecimal)

donde el primer byte del largo entero sin signo y el primer byte del corto entero sin signo representan el byte menos significativo.

5 Mensajes sobre tramas omitidas

Se puede transmitir un índice de trama omitida utilizando cinco bytes de datos binarios. El primer byte es el código ASCII de carácter "s" (73 en hexadecimal) que representa una trama omitida. Los otros cuatro bytes son un largo entero (cuatro bytes) que representa el índice de la trama omitida. Por ejemplo, si se pierde la trama 60ª, se transmitirá el siguiente mensaje:

73 3C 00 00 00 (hexadecimal)

en el cual el primer byte es el menos significativo del entero de cuatro bytes (sin signo).

Las ráfagas de errores hacen que se omita un número consecuente de tramas. En tal caso, se puede transmitir el índice de la primera trama y el índice de la última trama de las tramas saltadas utilizando nueve bytes de datos binarios. El primer byte es el código ASCII de carácter "S" (53 en hexadecimal). Los cuatro bytes siguientes son un largo entero que representa el índice de la primera trama omitida. Los últimos cuatro bytes son un largo entero que representa el índice de la última trama omitida. Por ejemplo, si se omiten las tramas 60^a-90^a, se transmitirá el siguiente mensaje:

53 3C 00 00 00 5A 00 00 00 (hexadecimal),

donde el primer byte del largo entero sin signo y el primer byte del entero corto sin signo representan el byte menos significativo.

En el Cuadro 3 se presentan los formatos de mensajes de error.

CUADRO 3

Formatos de mensaje de error

Tipo de error de transmisión	Mensajes de error de transmisión en hexadecimal	Descripción
Información sobre un paquete perdido (5 bytes)	6C XX XX XX XX	"l" + índice del paquete en un largo entero
Información sobre paquetes perdidos (9 bytes)	4C XX XX XX XX XX XX XX XX	"L" + índice del primer paquete en un largo entero + índice del último paquete en un largo entero
Información sobre una trama retardada (7 bytes)	64 XX XX XX XX XX XX	"d" + índice de la trama en un largo entero + tiempo de retardo en un cortoentero
Información sobre una trama omitida (5 bytes)	73 XX XX XX XX	"s" + índice de la trama en un largo entero
Información sobre tramas omitidas (9 bytes)	53 XX XX XX XX XX XX XX XX	"S" + índice de la primera trama en un largo entero + índice de la última trama en un largo entero
Información sobre el receptor (32 bytes)	6D + cadena de 31 bytes	"m" + cadena de 31 bytes
Identificador de origen (5 bytes)	69 XX XX XX XX	"i" + 4 bytes (32 bits)