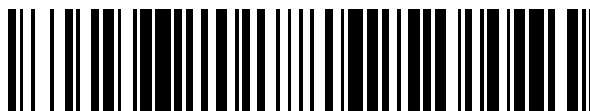


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 511 044**

51 Int. Cl.:

H04N 17/00 (2006.01)

H04N 19/00 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.07.2010** **E 10171448 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.09.2014** **EP 2413604**

54 Título: **Evaluación de la calidad de una señal de video durante la codificación o la compresión de la señal de video**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.10.2014

73 Titular/es:

DEUTSCHE TELEKOM AG (100.0%)
Friedrich-Ebert-Allee 140
53113 Bonn, DE

72 Inventor/es:

ARGYROPOULOS, SAVVAS;
FEITEN, BERNHARD;
GARCIA, MARIE-NEIGE;
LIST, PETER y
RAAKE, ALEXANDER

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 511 044 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Evaluación de la calidad de una señal de video durante la codificación o la compresión de la señal de video

5 Campo de la Invención

La invención se refiere a un método y aparato para evaluar la calidad de una señal de video durante la codificación y la compresión de la señal de video. La señal de video puede ser un video de transmisión en tiempo real no interactivo o un video de transmisión en tiempo real interactivo.

10 Antecedentes de la Invención

Entre los numerosos servicios de distribución de TV, la IPTV (TV sobre protocolo de Internet - Internet Protocol TV, en inglés) resulta cada vez más importante y está reemplazando cada vez más a los métodos de transmisión analógicos o no basados en paquetes. Es una responsabilidad importante del proveedor de la emisión tanto hacia el proveedor de contenidos como hacia el abonado mantener la calidad de su servicio. En las redes de IPTV grandes sólo los sondeos de monitorización de la calidad completamente automatizados pueden cumplir este requisito.

Con el fin de conseguir un alto grado de satisfacción del usuario de servicios de video tales como el video de transmisión en tiempo real no interactivo (IPTV, VoD) o el video estático (DVD), la calidad de video percibida de esos servicios necesita ser estimada.

Con este objetivo, se desarrollan modelos de calidad de video que proporcionan estimaciones de la calidad de video tal como la percibe el usuario. Esos modelos pueden por ejemplo dar como resultado el grado de similitud entre el video recibido en el lado del usuario y el video no degradado original. Además, y de manera más sofisticada, puede modelizarse el Sistema Visual Humano (HVS – Human Visual System, en inglés). Al final, el modelo puede mapear los resultados de pruebas de calidad subjetiva extensivas.

Los modelos de calidad de video y por ello los sistemas de medición se clasifican de manera general como sigue:

Tipos de modelo de calidad

- Referencia Completa (FR – Full Reference, en inglés): se requiere una señal de referencia.
- Referencia reducida (RR – Reduced Reference, en inglés): se requiere información parcial extraída de la señal de fuente.
- Ninguna Referencia (NR – No Reference, en inglés): no se requiere ninguna señal de referencia.

Tipos de parámetros de entrada

- Basados en señal / medios: se requiere la imagen descodificada (información de píxeles).
- Basados en parámetros: se requiere información al nivel del flujo de bits. La información puede ir de información de cabecera de paquete, que requiere el análisis sintáctico de las cabeceras de paquetes pero no descodificación (completa o parcial) del flujo de bits para la descodificación completa del flujo de bits.

Tipo de aplicación

- Planificación de Red: se utiliza el modelo o el sistema de medición antes de la implementación de la planificación con el fin de planificar la mejor implementación posible.
- Monitorización de servicio: El modelo se utiliza durante la operación del servicio.

Información relativa de los tipos de modelos de calidad de video puede encontrarse en las referencias [1], [2], [3], [11], [12].

En el contexto de los servicios de video basados en MPEG, uno de los parámetros que influyen en la calidad de video percibida es la Estructura de GOP (GOP = Grupo de Imágenes – Group of Pictures, en inglés), que incluye la longitud de GOP, es decir, la distancia entre tramas que no requieren que las tramas previa o posterior sean descodificadas, las llamadas ‘tramas claves’ o las “tramas I”. Un Grupo de Imágenes cubre una trama I y todas las tramas hasta la siguiente trama I de la secuencia de video.

La estructura de GOP – y así la longitud de GOP – es generalmente elegida como un compromiso entre la eficiencia de la codificación y la propagación del error (véanse, por ejemplo, las referencias [4], [5], [6]). En estas referencias, los autores proporcionan guías para seleccionar la estructura de GOP más apropiada para MPEG.

Algunos modelos toman como parámetros de entrada los parámetros relativos a GOP pero sólo bajo condiciones de pérdida de paquetes, como en las referencias [2], [7], [8], [9] ó [10]. No obstante, consideran sólo longitudes de GOP fijas y examinan el impacto sobre la calidad basándose en la distancia temporal de la trama en la que se produce la pérdida de paquete hasta la siguiente trama clave. El impacto en la calidad de la longitud del GOP sobre la codificación no se tiene en cuenta.

Los métodos de estimación de la calidad comúnmente soportan una estimación distinguida de la calidad relativa a la codificación (compresión, Qcod) de la señal de video y a la calidad debida a la pérdida de paquetes durante la

transmisión (Q_{trans}). Los métodos de estimación de la calidad comúnmente utilizan uno de dos planteamientos para combinar una estimación relativa a la calidad de la compresión y a la calidad de la transmisión. Las ecuaciones (1) y (2) ilustran los dos planteamientos diferentes

$$Q = Q_0 - Q_{cod} - Q_{trans} \quad , \quad Q_0, Q_x \quad 0 \dots 100 \quad (1)$$

$$Q = Q_0 * Q_{cod} * Q_{trans} \quad , \quad Q_0, Q_x \quad 0 \dots 1 \quad (2),$$

en las cuales Q_0 representa la calidad de base o una función de la calidad de base.

Compendio de la Invención

De acuerdo con un primer aspecto, la invención proporciona un método para evaluar la calidad de una señal de video durante la codificación o la compresión de la señal de video, comprendiendo el método las etapas de:

- a) estimar la calidad de la señal de video codificada o comprimida utilizando uno o más parámetros; y
- b) utilizar la longitud del Grupo de Imágenes, GOP, y/o los parámetros relativos a la longitud del GOP como parámetro o parámetros adicional o adicionales para ajustar la calidad de la señal de video estimada.

Así, el método de la invención se centra en la estimación de la calidad del término que caracteriza la eficiencia de la compresión Q_{cod} . El método de la invención puede ser combinado con diferentes métodos para la estimación de la calidad de la pérdida de paquetes en los flujos de video.

El método de la invención es un modelo de calidad de video basado en parámetros con parámetros de poco peso, y así proporciona un modelo de la calidad del video adecuado tanto para la planificación de red como para la monitorización de servicio. En caso de planificación de red, los valores de los parámetros son asumidos por los planificadores de la red, sobre la base del conocimiento de redes similares previamente desarrolladas. En caso de monitorización de servicio, el modelo toma como entrada parámetros extraídos del flujo de bits. En principio, el sistema de medición en el cual el método de la invención está integrado puede estar situado en diferentes lugares de la red. No obstante, cuanto más cerca esté el detector del dispositivo del usuario, más representativa de la calidad real en el lado del usuario es la calidad predicha, cuando se considera pérdida de paquetes. En caso de monitorización de servicio, los parámetros no requieren acceso a la carga útil, y por lo tanto no requieren una decodificación parcial o completa del flujo de bits. Un ligero análisis sintáctico de las cabeceras de los paquetes es suficiente para acceder a los parámetros que deben ser enviados al modelo, es decir, método. Debe observarse que si un análisis sintáctico profundo está permitido, como con datos no encriptados, los parámetros pueden ser también utilizados con parámetros adicionales extraídos del flujo de bits mediante decodificación parcial o completa.

El método de la invención considera los parámetros del proceso de codificación con detalle. Métodos de estimación de la calidad paramétricos conocidos utilizan la tasa de bits, la tasa de tramas, la resolución de video, el tipo de códec y el tipo de contenido para estimar la calidad de un flujo de video comprimido. La invención va más allá de estos métodos convencionales utilizando la longitud del GOP o parámetros relacionados con la longitud del GOP como un parámetro adicional para ajustar la calidad de video estimada. Este parámetro tiene un impacto directo en el número de bits por trama, y así, sobre la calidad de video percibida. Como consecuencia, la invención considera este parámetro como entrada del modelo además de los parámetros anteriores. Con el método de la invención puede lograrse una estimación mucho más precisa de la calidad recibida relativa.

De nuevo, el método de la invención toma como parámetros de entrada tales como la resolución de video, el tipo de códec, el tipo de contenido, la tasa de bits, la tasa de tramas y la tasa de tramas claves, y saca una calidad de video estimada (Q_{cod}) sobre la base de esos parámetros. Esto puede escribirse como en la ecuación (3):

$$Q_{cod} = f(br, fr, cod, cont, res, kfr) \quad (3)$$

en la cual

- br ... Tasa de bits, el número de bits por segundo
- fr ... Tasa de tramas, el número de tramas de video por segundo
- cod ... Códec empleado (por ejemplo perfil principal H.264)
- $cont$... Tipo de contenido (por ejemplo noticias de TV, deportes, películas, etc.)
- res ... Resolución de video (por ejemplo Alta Definición, 1920 x 1080 píxeles progresivos)
- kfr ... Tasa de tramas claves, el número de tramas claves por segundo
- I ... Número de bits en una trama I (véase a continuación)
- G ... Número de bits en un GOP (véase a continuación)

Debe observarse que para algunos de los parámetros sus valores podrían no ser utilizados directamente en la función, sino como un conmutador para seleccionar los valores de los coeficientes de la función apropiados.

Por ejemplo, un modelo posible para Q_{cod} en la ecuación (1) para IPTV en el cual la tasa de tramas se considera constante se muestra en la ecuación (4):

$$Q_{cod} = a * \exp(b * br) + c \quad (4)$$

La tasa de bits puede ser por ejemplo calculada a partir de $br = G * kfr$.

En la ecuación (4), los valores de los coeficientes a , b y c dependen del códec de video empleado, de la resolución del video y del tipo de contenido. Esos coeficientes se obtienen preferiblemente en un procedimiento de ajuste de curva de error mínimo cuadrático que utiliza los índices de las pruebas de percepción como valores de objetivo.

De acuerdo con la invención, y también utilizando los índices de las pruebas de percepción, se utiliza la tasa de tramas claves como parámetro adicional en la ecuación (4), lo que conduce a la ecuación (5):

$$Q_{cod} = (a1 * kfr + a2) * \exp(b * br) + c \quad (5)$$

Los coeficientes $a1$ y $a2$ pueden ser obtenidos en un procedimiento de ajuste de curva mediante error mínimo cuadrático utilizando los índices de las pruebas de percepción como valores de objetivo.

En una realización alternativa de la invención, los coeficientes $a1$ y $a2$ pueden depender explícitamente de información adicional extraída del flujo de bits o de las cabeceras de paquetes. Por ejemplo, $a1 = I / G * a1'$ y $a2 = I / G * a2'$, donde $a1'$ y $a2'$ son parámetros de ajuste de curva que representan ajustes de codificador dados, pero excluyendo una parte de la variabilidad que puede ser directamente medida utilizando I / G .

De hecho la influencia de la tasa de tramas claves también depende de cómo están desplegados los bits de información sobre el GOP. Si los bits de información están distribuidos uniformemente sobre las tramas del GOP la tasa de tramas claves no tiene ninguna influencia en la calidad. Si todos los bits de información están en la trama I del GOP entonces la influencia de la tasa de tramas claves es máxima. Si G es el número de bits en un GOP e I es el número de bits en una trama I , entonces la influencia de la tasa de tramas claves es proporcional a la relación de I a G .

Como se ha explicado anteriormente, se prefiere de acuerdo con la invención que los uno o más parámetros utilizados en la etapa a) del método sea o sean seleccionado o seleccionados del conjunto que comprende: tasa de bits, tasa de tramas, resolución de video, tipo de códec, tipo de contenido.

Los valores de los parámetros utilizados en la etapa a) pueden ser calculados a partir de la información de las cabeceras de paquetes extraídas del flujo de bits de la señal de video y/o inferida de la citada información.

Otros aspectos, características y ventajas resultarán evidentes a partir del compendio anterior, así como a partir de la descripción que sigue, que incluye las figuras y las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra un diagrama de bloques de la estructura general de la estimación de la calidad relativa a la compresión; y

La Figura 2 muestra una vista detallada del cálculo de la tasa de tramas claves.

Descripción de realizaciones detalladas de la Invención

La Figura 1 muestra la estructura general para estimar la calidad de video percibida en caso de degradación de la compresión solamente (Q_{cod}) bien en caso de planificación de red o en caso de monitorización de servicio.

En el caso de planificación de red (bloque 100a), los valores de los parámetros (bloque 200) para ser enviados al modelo de calidad de video (bloque 300) son estimados por el planificador de red. En el caso de monitorización de servicio (bloque 100b), los parámetros para ser enviados al modelo de calidad de video son calculados a partir de la información de las cabeceras de paquetes extraídas del flujo de bits.

La Figura 2 muestra una vista detallada del cálculo de la tasa de tramas claves. Como se muestra en la Figura 2, un GOP cubre una trama I y todas las tramas hasta la siguiente trama I . Si n es el número de tramas en una ventana de tiempo de t o más segundos, entonces $fr = n/t$ es la tasa de tramas de la secuencia de video. Si d es el número de tramas entre dos tramas I , entonces $kfr = fr/d$ es la tasa de tramas claves de la secuencia de video.

Aunque la invención ha sido ilustrada y descrita con detalle en los dibujos y en la descripción anterior, tal ilustración y descripción deben ser consideradas ilustrativas o de ejemplo y no restrictivas. Debe entenderse que pueden realizarse cambios y modificaciones por parte de los expertos en la materia dentro del alcance de las

reivindicaciones que siguen. En particular, la presente invención cubre más realizaciones con cualquier combinación de características de diferentes realizaciones descritas anteriormente y en lo que sigue.

Además, en las reivindicaciones la palabra “que comprende” o “que comprenden” no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido “un” o “una” no excluye una pluralidad. Una sola unidad puede cumplir las funciones de varias características citadas en las reivindicaciones. Los términos “esencialmente”, “alrededor de”, “aproximadamente”, y similares en conexión con un atributo o un valor particularmente también definen exactamente el atributo o exactamente el valor, respectivamente. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no debe ser considerado como limitativo del alcance.

Lista de referencias

- [1] A. Takahashi, D. Hands y V. Barriac, “Standardization Activities in the ITU for a QoE Assessment of IPTV”, en *IEEE Communications Magazine*, 2008.
- [2] S. Winkler y P. Mohandas, “The Evolution of Video Quality Measurement: From PSNR to Hybrid Metrics”, en *IEEE Trans. Broadcasting*, 2008.
- [3] A. Raake, M. N. García, S. Moeller, J. Berger, F. Kling, P. List, J. Johann y C. Heidemann, “T-V-MODEL: Parameter-based prediction of IPTV quality”, en *Proc. of ICASSP*, 2008.
- [4] Huahui Wu, Mark Claypool y Robert Kinicki, GUIDELINES FOR SELECTING PRACTICAL MPEG GROUP OF PICTURES”, en Proceedings of IASTED International Conference on Internet and Multimedia Systems and Applications (EuroIMSA), Innsbruck, Austria, Febrero de 2006
<http://web.cs.wpi.edu/~claypool/papers/practical-gop/vGOP.pdf>
- [5] Árpád Huszák y Sándor Imre, “ANALYSIS GOP STRUCTURE AND PACKET LOSS EFFECTS ON ERROR PROPAGATION IN MPEG-4 VIDEO STREAMS”, en Proceedings of the 4th International Symposium on Communications, Control and Signal Processing 2010 (ISCCP 2010), Limassol, Cyprus, 3 – 5 Marzo de 2010.
- [6] Tektronix, “An Analysis of MPEG Encoding Techniques on Picture Quality, Junio de 1998.
- [7] A. R. Reibman y D. Poole. Characterizing packet loss impairments in compressed video. *IEEE ICIP*, Sept. de 2007.
- [8] A. R. Reibman et al. Predicting packet-loss visibility using scene characteristics. *Packet Video*, páginas 308 – 317, Sept. de 2007.
- [9] JP002006033722AA, NTT, “Image quality control method and image quality control system”
<http://www.telchemy.com/appnotes/Understanding%20IP%20Video%20Quality%20Metrics.pdf>
- [10] pdf
- [11] M. N. García, A. Raake, “IMPAIRMENT-FACTOR-BASED AUDIO-VISUAL QUALITY MODEL FOR IPTV; En Proceedings of the First International Workshop on Quality of Multimedia Experience (QOMEX, 2009), páginas 1 – 6, IEEE, Piscataway, N. Y. US, 29 de Julio de 2009.
- [12] M. N. García, A. Raake, “NORMALIZATION OF SUBJECTIVE VIDEO TEST RESULTS USING A REFERENCE TEST AND ANCHOR CONDITIONS FOR EFFICIENT MODEL DEVELOPMENT”, In Proceedings of the Second International Workshop on Quality of Multimedia Experience (QOMEX, 2010), páginas 88 – 93, IEEE, Piscataway, N. Y. US, 21 de Junio de 2010.

REIVINDICACIONES

1. Método para evaluar la calidad de una señal de video durante la codificación o la compresión de la señal de video, comprendiendo el método las etapas de:

- a) estimar la calidad, Q_{cod} , de la señal de video codificada o comprimida utilizando uno o más parámetros; y caracterizado por
- b) utilizar la tasa de tramas claves, el número de tramas claves por segundo, kfr , de la señal de video como un Grupo de Imágenes, GOP, -un parámetro relativo a la longitud como al menos un parámetro adicional para ajustar la calidad de la señal de video estimada, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Q_{cod} = (a1 * kfr + a2) * \exp(b * br) + c$$

donde

$a1$, $a2$, b , c son coeficientes
 br es la tasa de bits de la señal de video.

2. El método de la reivindicación 1, en el que los uno o más parámetros utilizados en la etapa a) son seleccionados del conjunto que comprende: tasa de bits, tasa de tramas, resolución de video, tipo de códec, tipo de contenido.

3. El método de la reivindicación 1 ó 2, en el que los valores de los parámetros utilizados en la etapa a) son calculados a partir de la información de las cabeceras de paquetes extraída del flujo de bits de la señal de video y/o inferida a partir de la citada información.

4. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que otro u otros parámetro o parámetros adicional o adicionales utilizado o utilizados en la etapa b) es o son seleccionado o seleccionados del conjunto que comprende: número de bits en una trama I , número de bits en un Grupo de Imágenes.

5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los coeficientes $a1$ y $a2$ son obtenidos aplicando un procedimiento de ajuste de curva por error mínimo cuadrático utilizando los índices de las pruebas de percepción como valores de objetivo.

6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los coeficientes $a1$ y $a2$ son dependientes de la información adicional extraída del flujo de bits o de las cabeceras de paquetes.

7. El método de la reivindicación 6, en el que los coeficientes $a1$ y $a2$ están calculados utilizando el número I de bits en una trama I y el número G de bits en un Grupo de Imágenes de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$a1 = I / G * a1'$$

$$a2 = I / G * a2'$$

donde $a1'$ y $a2'$ representan ajustes de codificador dados, donde $a1'$ y $a2'$ son obtenidos aplicando un procedimiento de ajuste de curva de error mínimo cuadrático utilizando los índices de las pruebas de percepción como valores de objetivo.

8. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que $fr = n/t$ es la tasa de tramas de la secuencia de video, donde n es el número de tramas en una ventana de tiempo de t o más segundos.

9. El método de la reivindicación 4 a 8, en el que $kfr = fr/d$ es la tasa de tramas claves de la secuencia de video, donde d es el número de tramas entre dos tramas I de la secuencia de video.

10. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la señal de video es un video de transmisión en tiempo real no interactivo o un video de transmisión en tiempo real interactivo.

11. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el método es combinado con otros métodos para estimar el impacto en la calidad de otros defectos distintos de la codificación y la compresión de la señal de video, comprendiendo los métodos las etapas de:

- a) estimar la calidad debido a pérdida de paquetes durante la transmisión de la señal de video,
- b) estimar la calidad de base de la señal de video,
- c) la combinación de a) y b).

12. El método de la reivindicación 11, en el que la combinación es:

- a) una función lineal de los métodos, o
- b) una función multiplicativa de los métodos.

5

13. Aparato para evaluar la calidad de una señal de video durante la codificación o la compresión de la señal de video, que comprende:

10

un estimador que estima la calidad, Qcod, de la señal de video codificada o comprimida utilizando uno o más parámetros; y **caracterizado por** un ajustador que utiliza la tasa de tramas claves, el número de tramas claves por segundo, kfr, de la señal de video como un Grupo de Imágenes, GOP, -parámetro relacionado con la longitud como al menos un parámetro adicional para ajustar la calidad de la señal de video estimada, de acuerdo con la siguiente ecuación:

15

$$Q_{cod} = (a1 * kfr + a2) * \exp(b * br) + c$$

donde

20

a1, a2, b, c son coeficientes
br es la tasa de bits de la señal de video.

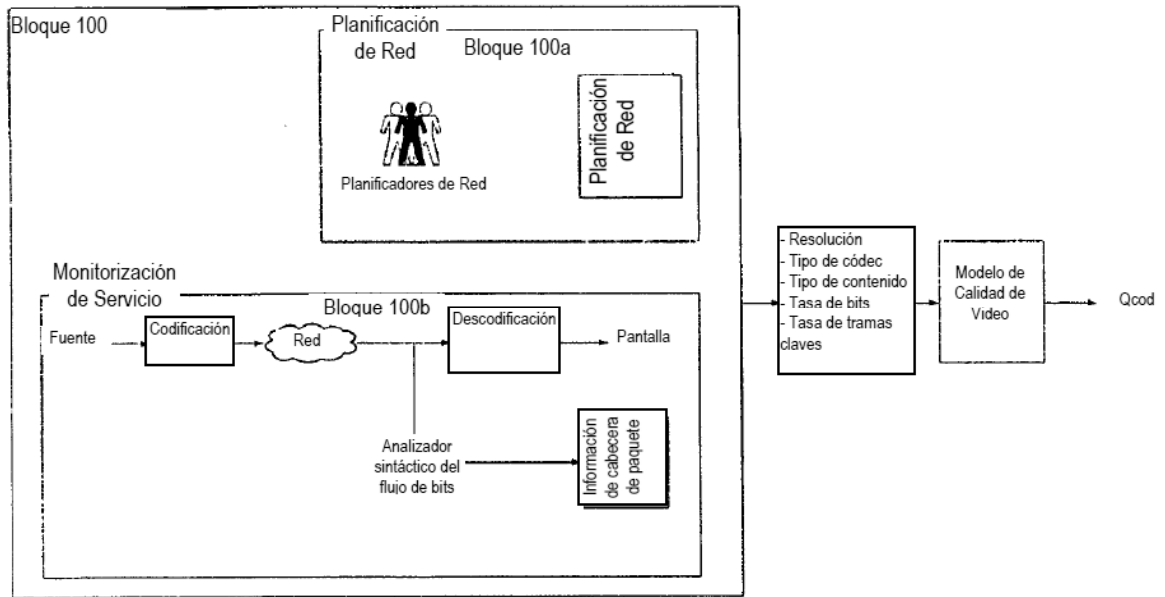


FIG. 1

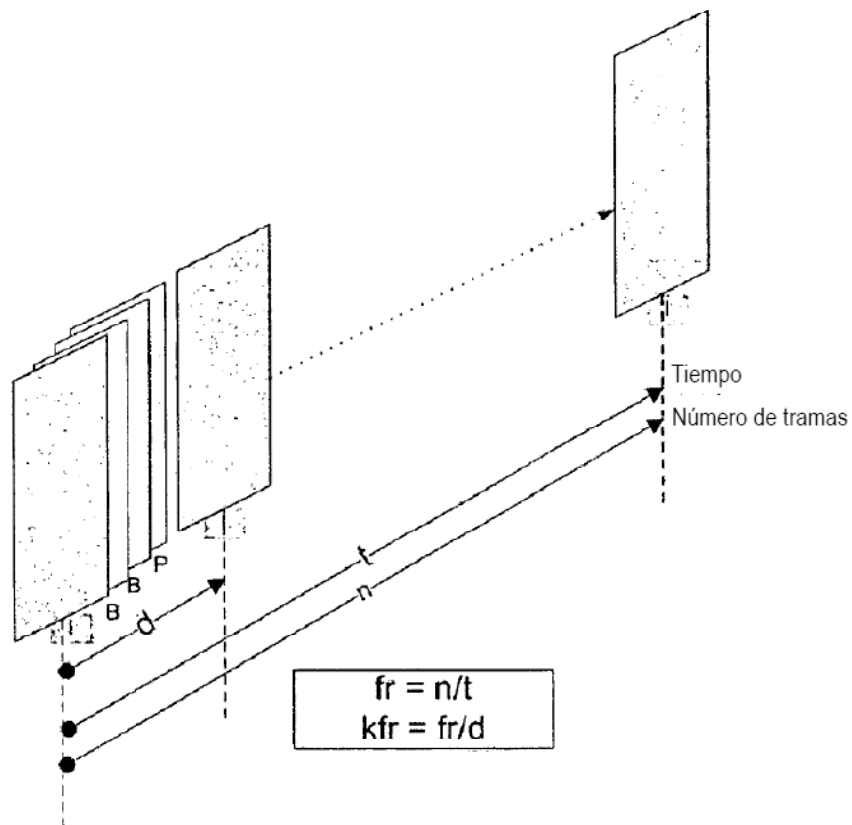


Fig. 2