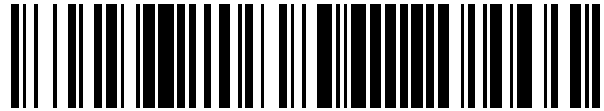


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 573 797**

51 Int. Cl.:

**H04L 29/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2011 E 11844014 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016 EP 2640034**

54 Título: **Método y dispositivo para memoria caché cooperante**

30 Prioridad:

**03.12.2010 CN 201010573221**

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

**10.06.2016**

73 Titular/es:

**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)  
Huawei Administration Building, Bantian,  
Longgang District  
Shenzhen, Guangdong 518129, CN**

72 Inventor/es:

**ZHANG, HONGBO;  
SHI, GUANGYU;  
YAN, ZHEFENG y  
CHAN, SHUENG-HAN GARY**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 573 797 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**

Método y dispositivo para memoria caché cooperante

5 **CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere al campo de tecnologías de redes y en particular, a un método y aparato de memorización caché cooperativa.

10 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

En un sistema de vídeo bajo demanda (Video-on-demand, VoD) uno o múltiples servidores centrales suelen memorizar todos los segmentos de vídeo en los que está interesado un usuario. Además, algunos servidores locales con capacidad de memorización limitada se despliegan alrededor de un servidor central. En comparación con el servidor central, estos servidores locales están más próximos al lado del usuario y pueden dar respuesta a una demanda del usuario a su debido tiempo. Cuando el usuario demanda un determinado segmento de vídeo, el usuario demanda primero el contenido desde un servidor local en el lugar en donde está situado el usuario, (a) si el contenido requerido por el usuario existe en el servidor local, el servidor local responde directamente a la demanda del usuario, que se denomina un hit local; y (b) si el contenido demandado por el usuario no existe en el servidor local, el servidor local puede guiar la demanda del usuario hacia otro servidor local o el servidor central que memoriza el contenido, y ese servidor proporciona el contenido para el usuario, lo que se denomina un fallo de hit local.

Puesto que el servidor local tiene una capacidad de memorización limitada, es capaz de memorizar solamente parte de los segmentos de vídeo. Cuando cada uno de los servidores locales está configurado con una política de memorización deficiente, pueden producirse un gran número de fallos de hits locales. En este caso, el usuario necesita obtener el segmento de vídeo requerido desde otro servidor local o desde el servidor central. Lo que antecede puede generar una gran cantidad de tráfico de red, lo que no solamente aumenta el retardo de extremo a extremo entre el servidor y el usuario, sino que también produce una congestión de la red. Más concretamente, según se ilustra en la Figura 1, las flechas en la Figura 1 indican las direcciones de flujo de los datos actualmente demandados y los dígitos sobre las flechas indican las etiquetas de rutas de red de superposición. En la Figura 1, un usuario bajo un servidor 3 necesita obtener un segmento de vídeo desde un servidor 2 debido a un fallo de hit local. En este caso, el tráfico se genera en las rutas de red 1 y 2 que se ilustra en la Figura 1, y por lo tanto, se genera un tráfico de red adicional. En el caso de un gran número de fallos de hits locales, puede generarse una gran cantidad de tráfico de red.

En la técnica anterior el problema de un aumento del retardo de extremo a extremo entre el servidor y el usuario y la congestión de red que se produce cuando tiene lugar un gran número de fallos de hits locales en el servidor local que causan una gran cantidad de tráfico de red, se resuelve principalmente aumentando la capacidad de memorización del servidor local, de modo que el servidor local sea capaz de memorizar más segmentos de vídeo, con lo que se pone en práctica la expansión de capacidad de red y se reduce la relación de fallos de hits locales en el servidor local.

Sin embargo, cómo mejorar la relación de hit local sin aumentar los costes del servidor local es un problema que tiene que resolverse con urgencia.

El documento US 6,463,508 B1 describe un sistema y método para memorizar contenidos multimedia difundidos en flujo continuo en servidores proxy. Los bloques de un contenido multimedia difundido en flujo continuo se agrupan en segmentos y diferentes valores de memorización se asocian a diferentes segmentos procedentes del mismo objeto multimedia. Cada servidor proxy toma una decisión local sobre si memorizar, o no, un segmento en conformidad con la posición del segmento en el fichero multimedia. A los segmentos al principio de un fichero se les proporciona más altas prioridades de memorización. Además, un valor umbral que se refiere a una posición de un segmento en el objeto multimedia, esto es, con el número de segmento en el objeto multimedia, influye sobre la decisión de memorizar, o no, dicho segmento de vídeo.

55 **SUMARIO DE LA INVENCION**

Formas de realización de la presente invención dan a conocer un método y aparato de memorización caché cooperativa para mejorar la denominada relación de hit local sin aumentar los costes del servidor local.

Una forma de realización de la presente invención da a conocer un método de memorización caché cooperativa, que incluye: la obtención, en función de la información de memorización, del retardo de extremo a extremo entre un servidor local y un servidor próximo y la popularidad de un segmento de vídeo en una lista de memorización caché, un valor de ganancia consolidada de un segmento de vídeo memorizado y un valor de ganancia consolidada de un segmento de vídeo candidato en el servidor local, en donde la información de memorización incluye un identificador

de un segmento de vídeo e información sobre un servidor que memoriza el segmento de vídeo, y la información sobre el servidor incluye un identificador del servidor; y la subtítulos de mapa de bits del segmento de vídeo memorizado con el segmento de vídeo candidato cuando el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo memorizado y el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato en el servidor local cumplen una condición de sustitución. La condición de sustitución se cumple cuando el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato es mayor que el valor del segmento de vídeo memorizado.

Una forma de realización de la presente invención da a conocer, además un aparato de memorización caché cooperativa, que incluye:

una unidad de cálculo, configurada para obtener, en función de la información de memorización, el retardo de extremo a extremo entre un servidor local y un servidor próximo y la popularidad de un segmento de vídeo en una lista de memorización caché, un valor de ganancia consolidada de un segmento de vídeo memorizado y un valor de ganancia consolidada de un segmento de vídeo candidato en el servidor local, en donde la información de memorización incluye un identificador un segmento de vídeo e información sobre un servidor que memoriza el segmento de vídeo, y la información sobre el servidor incluye un identificador del servidor;

una unidad de sustitución, configurada para sustituir el segmento de vídeo memorizado con el segmento de vídeo candidata cuando el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo memorizado y el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato en el servidor local se calculan y obtienen por la unidad de cálculo cumplen una condición de sustitución;

una primera sub-unidad de evaluación, configurada para evaluar si el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato es mayor, o no, que el valor del segmento de vídeo memorizado, en donde el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato y el del segmento de vídeo memorizado se calculan y obtienen por la unidad de cálculo; y

una primera sub-unidad de subtítulos de mapa de bits, configurada para sustituir el segmento de vídeo memorizado con el segmento de vídeo candidato cuando la primera sub-unidad de evaluación determina que el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato es mayor que el valor del segmento de vídeo memorizado.

En conformidad con el método y aparato de memorización caché cooperativa dados a conocer en las formas de realización de la presente invención, si segmento de vídeo memorizado necesita sustituirse con el segmento de vídeo candidato se determina mediante la evaluación de si el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo memorizado y el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato en el servidor local que se obtienen en función de la información de memorización, el retardo de extremo a extremo y la popularidad cumplen la condición de sustitución. Cuando el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo memorizado y el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato en el servidor local cumplen la condición de sustitución, el segmento de vídeo memorizado se sustituye con el segmento de vídeo candidato, que es capaz de mejorar la relación de hit local de un usuario local sin aumentar los costes del servidor local.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama de arquitectura de red en la técnica anterior;

La Figura 2 es un diagrama de flujo de un método de memorización caché cooperativa en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 3 es un primer diagrama de flujo de un método de memorización caché cooperativa en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 4 es un diagrama de flujo de la etapa 301 en el método de memorización caché cooperativa que se ilustra en la Figura 3;

La Figura 5 es un primer diagrama de flujo de la etapa 303 en el método de memorización caché cooperativa que se ilustra en la Figura 3;

La Figura 6 es un segundo diagrama de flujo de la etapa 303 en el método de memorización caché cooperativa que se ilustra en la Figura 3;

La Figura 7 es un segundo diagrama de flujo de un método de memorización caché cooperativa en conformidad con otra forma de realización de la presente invención;

La Figura 8 es un primer diagrama estructural esquemático de un aparato de memorización caché cooperativa en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 9 es un primer diagrama estructural esquemático de una unidad de sustitución en el aparato de memorización caché cooperativa que se ilustra en la Figura 8;

5 La Figura 10 es un segundo diagrama estructural esquemático de la unidad de sustitución en el aparato de memorización caché cooperativa que se ilustra en la Figura 8;

La Figura 11 es un segundo diagrama estructural esquemático del aparato de memorización caché cooperativa en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

10 La Figura 12 es un diagrama estructural esquemático de una unidad de creación en el aparato de memorización caché cooperativa que se ilustra en la Figura 11;

15 La Figura 13 es un diagrama estructural esquemático de una tercera sub-unidad de adquisición de la unidad de creación en el aparato de memorización caché cooperativa que se ilustra en la Figura 11; y

La Figura 14 es un tercer diagrama estructural esquemático del aparato de memorización caché cooperativa en conformidad con una forma de realización de la presente invención.

## 20 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

Formas de realización de la presente invención dan a conocer un método y aparato de memorización caché cooperativa para mejorar la denominada relación de hit local sin aumentar los costes del servidor local.

25 Según se ilustra en la Figura 2, una forma de realización de la presente invención da a conocer un método de memorización caché cooperativa que comprende:

30 Etapa 201: Obtener, en conformidad con la información de memorización caché, el retardo de extremo a extremo entre un servidor local y un servidor próximo, y la popularidad de un segmento de vídeo en una lista de memorización, un valor de ganancia consolidada de un segmento de vídeo memorizado y un valor de ganancia consolidada de un segmento de vídeo candidato en el servidor local.

35 En esta forma de realización, la lista de memorización incluye la información de memorización caché, el retardo de extremo a extremo entre el servidor local y el servidor próximo y la popularidad del segmento de vídeo, la información de memorización incluye un identificador de un segmento de vídeo y la información sobre un servidor que memoriza el segmento de vídeo, y la información sobre el servidor incluye un identificador del servidor.

40 Etapa 202: Sustituir el segmento de vídeo memorizado con el segmento de vídeo candidato el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo memorizado y el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato en el servidor local cumplen una condición de sustitución.

45 En esta forma de realización, la condición de sustitución puede ser que el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato sea mayor que el valor del segmento de vídeo memorizado y puede preferentemente ser tal una suma del valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato y el valor del segmento de vídeo memorizado sea mayor que un valor umbral preestablecido. La condición de sustitución no está limitada a los dos tipos precedentes. Ninguna descripción adicional se proporciona a este respecto.

50 En conformidad con el método de memorización caché cooperativa dado a conocer en esta forma de realización, si el segmento de vídeo memorizado necesita sustituirse con el segmento de vídeo candidato se determina evaluando si el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo memorizado y el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato en el servidor local que se obtienen en función de la información de memorización, el retardo de extremo a extremo y la popularidad cumplen la condición de sustitución. Cuando el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo memorizado y el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato en el servidor local cumplen la condición de sustitución, el segmento de vídeo memorizado se sustituye con el segmento de vídeo candidato, que es capaz de mejorar la relación de hit local de un usuario local sin aumentar los costes del servidor local.

60 Para hacer que un experto en esta técnica entienda mejor el método técnico dado a conocer en esta forma de realización, a continuación se describe el método de memorización caché cooperativa dado a conocer en esta forma de realización en detalle.

Según se ilustra en la Figura 3, otra forma de realización de la presente invención da a conocer un método de memorización caché cooperativa que comprende:

65 Etapa 301: Creación de una lista de memorización.

En esta forma de realización, según se ilustra en la Figura 4, la etapa 301 incluye las etapas siguientes:

5 Etapa 401: Adquirir información de memorización de un servidor local y la de un servidor próximo y memorizar la información de memorización del servidor local y la del servidor próximo como información de memorización sobre la base de que un identificador de un segmento de vídeo corresponde a la información sobre un servidor que memoriza el segmento de vídeo.

10 En esta forma de realización, cuando un sistema inicia su funcionamiento, el sistema incluye un servidor local y un servidor próximo del servidor local. El servidor local puede crear primero una lista de memorización que incluye la información de memorización del servidor local y luego, buscar el servidor próximo utilizando algunos métodos comunes para la búsqueda de un servidor próximo, a modo de ejemplo, utilizando una tabla de Hash distribuida (Distributed Hash Table, DHT), utilizando un servidor central, o bien, utilizando un servidor central en un modo denominado entre homólogos (Peer-to-Peer, P2P). Cuando el servidor local encuentra el servidor próximo utilizando los métodos de búsqueda precedentes, el servidor local puede enviar una demanda de información de memorización al servidor próximo para obtener información de memorización del servidor próximo y memorizar la información de memorización adquirida en la lista de memorización.

20 Conviene señalar que cuando el servidor local memoriza la información de memorización que se memoriza en función de la información de memorización del servidor local y la del servidor próximo, y el servidor local intercambia información con el servidor próximo, el servidor local es capaz de adquirir la información de memorización de un servidor próximo del servidor próximo y el servidor próximo es capaz de adquirir información de un servidor próximo del servidor local.

25 Etapa 402: Adquirir el retardo de extremo a extremo entre el servidor local y el servidor próximo utilizando una herramienta de red.

30 En esta forma de realización, la etapa 402 es concretamente como sigue: adquirir un valor de PING entre el servidor local y el servidor próximo utilizando un PING de herramienta de red. El valor de PING se utiliza para indicar el retardo de extremo a extremo entre el servidor local y el servidor próximo.

El valor de PING entre el servidor local y el servidor próximo necesita adquirirse periódicamente para garantizar la precisión del cálculo del retardo de extremo a extremo.

35 Conviene señalar que la herramienta de red no está limitada a la herramienta de red PING y puede ser también otra herramienta de red, a modo de ejemplo, Traceroute.

40 Etapa 403: Adquirir la popularidad de cada segmento de vídeo en conformidad con las estadísticas de comportamientos de usuarios en el curso de un periodo de tiempo.

45 Cada servidor en el sistema puede recibir un gran número de demandas de usuarios. La popularidad de cada segmento de vídeo puede obtenerse mediante la recogida de estadísticas de comportamientos de usuarios en el curso de un periodo de tiempo. Una alta prioridad indica una más alta probabilidad de demanda de un segmento de vídeo por un usuario.

50 En esta forma de realización, el método para el cálculo de la popularidad del segmento de vídeo incluye, sin limitación, que en un periodo de tiempo, un número total de accesos a cada segmento de vídeo en un determinado servidor se divide por un número total de accesos en el servidor para obtener la popularidad de cada segmento de vídeo en el servidor. Conviene señalar que la precisión de la recogida de estadísticas de la popularidad de cada segmento de vídeo, sobre la base de un determinado servidor, no es alta. Además, un número total de accesos a cada segmento de vídeo en una zona cooperativa o en servidores en una red completa se divide por un número total de accesos en la zona cooperativa o en los servidores en la red completa para obtener la popularidad de cada segmento de vídeo. La zona cooperativa puede dividirse y obtenerse en función de una topología de red o una zona geográfica en donde está situado un servidor.

55 Por supuesto, conviene señalar que el método para la división de la zona cooperativa no está limitado a los dos tipos precedentes y la zona cooperativa puede dividirse también y obtenerse en conformidad con una regla de división preestablecida. Ninguna otra descripción se proporciona en esta especificación.

60 Como alternativa, la popularidad del segmento de vídeo puede obtenerse también utilizando un método de distribución de Zipf (Zipf).

65 Etapa 404: Crear la lista de memorización en función de la información de memorización memorizada sobre la base de que el identificador de un segmento de vídeo corresponde a la información sobre el servidor que memoriza el segmento de vídeo, el retardo de extremo a extremo y la popularidad de cada segmento de vídeo. En esta forma de

realización, la lista de memorización puede ser tal como se ilustra en la tabla 1.

Tabla 1 Lista de memorización creada en un servidor local A

Identificador de un Segmento de vídeo	Información sobre un servidor	Popularidad	Retardo de extremo a extremo
Segmento de vídeo 1	Servidor A	$\lambda_{A1}$	$d_{A1A}$
	Servidor B	$\lambda_{B1}$	$d_{B1A}$
	Servidor D	$\lambda_{D1}$	$d_{D1A}$
Segmento de vídeo 2	Servidor A	$\lambda_{A2}$	$d_{A2A}$
	Servidor C	$\lambda_{C2}$	$d_{C2A}$
	Servidor D	$\lambda_{D2}$	$d_{D2A}$
Segmento de vídeo 3	Servidor B	$\lambda_{B3}$	$d_{B3A}$
	...	...	...
	...	...	...
Segmento de vídeo n	Servidor B	$\lambda_{Bn}$	$d_{BnA}$
	Servidor F	$\lambda_{Fn}$	$d_{FnA}$
	Servidor G	$\lambda_{Gn}$	$d_{GnA}$
	Servidor H	$\lambda_{Hn}$	$d_{HnA}$

5

En la tabla 1, n segmentos de vídeo e información sobre los servidores correspondientes a los segmentos de vídeo existen en la lista de memorización creada en el servidor A. En la tabla, se recogen estadísticas de popularidad basadas en el servidor. En conformidad con los métodos precedentes para la recogida de estadísticas de la popularidad, dichas estadísticas de la popularidad pueden recogerse también sobre la base de la zona cooperativa. A modo de ejemplo, cuando la recogida de estadísticas se realiza sobre la base de la zona cooperativa, el servidor A, el servidor B y el servidor D en la tabla 1 se establecen en una zona cooperativa. En este caso, la popularidad del segmento de vídeo 1 debe ser la misma en el servidor A, el servidor B y el servidor D, es decir,  $\lambda_{A1} = \lambda_{B1} = \lambda_{D1}$ . Además, el retardo de extremo a extremo en la tabla 1 es un retardo de extremo entre el servidor local A y su servidor próximo, y puede indicarse por un valor de PING. El retardo de extremo a extremo en la tabla se indica con una fórmula  $d_{kji} = d(k,i)$ , que indica el retardo de extremo a extremo desde un servidor i a un servidor k. Este valor puede obtenerse utilizando el valor de PING entre el servidor k y el servidor i, en donde j indica un identificador de un segmento de vídeo que el servidor i necesita adquirir desde el servidor k. Conviene señalar que se verifica  $d_{jji} = d(i,i) = 0$ .

10

15

20

Para evitar un retardo innecesario, en la medida de lo posible, cuando un usuario local adquiere un segmento de vídeo, la información sobre un servidor incluye no solamente un identificador del servidor, sino también un valor de utilidad. El valor de utilidad es una probabilidad de adquisición, por el servidor local cuando se recibe una demanda de segmento de vídeo del usuario local, de un segmento de vídeo que se memoriza en el servidor correspondiente al identificador del servidor. Un más alto valor de utilidad da lugar a una más alta probabilidad de adquisición, por el servidor local, del segmento de vídeo que se memoriza en el servidor correspondiente al identificador del servidor. Más concretamente:

25

(a) Cuando un segmento de vídeo demandado por el usuario local no existe en el servidor local, el valor de utilidad es un valor recíproco del retardo extremo a extremo desde el servidor local a un servidor próximo que memoriza el segmento de vídeo demandado por el usuario local.  $E_{ij}$  indica un conjunto de servidores que memorizan un segmento de vídeo j en la lista de memorización del servidor i, y para cada servidor  $k \in E_{ij}$ . La información sobre un servidor memoriza también un valor de utilidad indicado por  $U_{ijk}$  además de un valor de ID del servidor.  $d_{ijk}$  indica el retardo generado cuando el servidor i accede al segmento de vídeo j en el servidor k. En este caso, el valor de utilidad se define como una función del retardo de acceso:

30

35

$$U_{ijk} = \begin{cases} 1/d_{ijk}, & \text{k memoriza j mientras i no memoriza j} \\ 0, & \text{Otras situaciones} \end{cases}$$
 En donde,  $d_{ijk} = d(i,k)$ , indica el retardo de extremo a extremo desde el servidor k al servidor i. Este valor puede obtenerse utilizando el valor PING entre el servidor i y el servidor k.

(b) Cuando el segmento de vídeo demandado por el usuario local existe en el servidor local, el valor de utilidad es infinito.

40

Etapa 302: Obtener un valor de ganancia consolidada de un segmento de vídeo memorizado y un valor de ganancia consolidada de un segmento de vídeo candidato en el servidor local en función de la información de memorización, el retardo de extremo a extremo y la popularidad.

5 Para facilitar el entendimiento de un experto en esta técnica, se supone que el servidor  $i$  es el servidor local, y el servidor  $i$  memoriza el segmento de vídeo  $j$ . En este caso, el segmento de vídeo  $j$  es el segmento de vídeo memorizado y existe también un segmento de vídeo  $t$ , que es un segmento de vídeo que puede sustituir al segmento de vídeo  $j$  y no se memoriza en el servidor  $i$ . El segmento de vídeo  $t$  es el segmento de vídeo candidato. Además, el  
 10 servidor próximo  $k$  del servidor  $i$  no memoriza el segmento de vídeo  $j$  o el segmento de vídeo  $t$ . A continuación se describen cuatro situaciones para su análisis.

(1) Cuando el servidor  $i$  memoriza el segmento de vídeo  $j$ , el usuario local puede adquirir el segmento de vídeo  $j$  a partir del servidor  $i$  y, por lo tanto, el retardo medio es 0. En este caso, una conexión local entre el servidor  $i$  y el usuario local no es lo que se denomina un 'cuello de botella'. Por lo tanto, el retardo local desde el servidor  $i$  al usuario local de ignora. Los usuarios que demandan el segmento de vídeo  $j$  desde el servidor próximo  $k$  del servidor  $i$  pueden demandar el segmento de vídeo  $j$  desde el servidor  $i$  por intermedio del servidor  $k$  (es decir, en esta situación, se verifica  $i \in E_{kj}$ ,  $E_{kj}$  que indica un conjunto de servidores que memorizan el segmento de vídeo  $j$  en la lista de memorización del servidor  $k$ ) y puede demandar también el segmento de vídeo  $j$  desde otro servidor próximo del servidor próximo  $k$ . El retardo medio de adquirir el segmento de vídeo  $j$  por un usuario en el servidor próximo  $k$  es

15 
$$\bar{d}_{kj} = \sum_{i \in E_{kj}} P_{kji} d_{kji}$$
, en donde 
$$P_{kji} = \frac{U_{kji}}{\sum_{q \in E_{kj}} U_{kji}}$$
 y 
$$U_{kji} = \begin{cases} 1/d_{kji}, & \text{i memoriza j mientras k no memoriza j} \\ 0, & \text{Otras situaciones} \end{cases}$$
. En donde,  $d_{kji} = d(k,i)$ , indica es el retardo de extremo a extremo desde el servidor  $i$  al servidor  $k$ , y este valor puede obtenerse utilizando PING entre el servidor  $k$  y el servidor  $i$ . Tomando en consideración la popularidad del segmento de vídeo  $j$ , el retardo medio ponderado del adquisición del segmento de vídeo  $j$  por todos los usuarios que requieren el  
 20 segmento de vídeo  $j$  en el servidor próximo  $k$  es  $\lambda_{kj} \bar{d}_{kj}$ .

(2) Cuando el servidor  $i$  no memoriza el segmento de vídeo  $j$  (es decir, el segmento de vídeo  $j$  se sustituye con el segmento de vídeo  $t$ ), los usuarios que demandan el segmento de vídeo  $j$  desde el servidor  $i$  son capaces de demandar el segmento de vídeo  $j$  solamente desde un servidor próximo del servidor  $i$  por intermedio del servidor  $i$ . El retardo medio de adquisición del segmento de vídeo  $j$  por el usuario local en el servidor  $i$  es  $\bar{d}_i^*$  (en este caso, el símbolo  $*$  indica una post-sustitución). El método específico para la obtención de  $\bar{d}_i^*$  es el mismo que el método de puesta en práctica de  $d_{kji}$ , que no se describe en este caso. Tomando en consideración la popularidad del segmento de vídeo  $j$ , el retardo medio ponderado de adquisición del segmento de vídeo  $j$  por todos los usuarios que requieren el segmento de vídeo  $j$  en el servidor  $i$  es  $\lambda_{ij} \bar{d}_i^*$ . Los usuarios que demandan el segmento de vídeo  $j$  desde el servidor próximo  $k$  del servidor  $i$  no pueden demandar el segmento de vídeo  $j$  desde el servidor  $i$  por intermedio del servidor  $k$  (puesto que el segmento de vídeo  $j$  ha sido sustituido por el servidor  $i$ , es decir, en esta situación, se verifica  $i \notin E_{kj}$ ,  $E_{kj}$  que indica el conjunto de servidores que memorizan el segmento de vídeo  $j$  en la lista de memorización del servidor  $k$ ) y son capaces de demandar el segmento de vídeo  $j$  solamente desde otro servidor próximo del servidor  $k$ . En este caso, el retardo medio ponderado de adquisición del segmento de vídeo  $j$  por todos los usuarios que requieren el segmento de vídeo  $j$  en el servidor  $k$  es  $\lambda_{kj} \bar{d}_{kj}^*$ .

(3) Cuando el servidor  $i$  memoriza el segmento de vídeo  $t$  (es decir, el segmento de vídeo  $t$  sustituye al segmento de vídeo  $j$ ), los usuarios que demandan el segmento de vídeo  $t$  desde el servidor  $i$  pueden adquirir localmente el segmento de vídeo  $t$  y, por lo tanto, el retardo medio es 0. Los usuarios que demandan el segmento de vídeo  $t$  desde el servidor próximo  $k$  del servidor  $i$  pueden demandar el segmento de vídeo  $t$  desde el servidor  $i$  por intermedio del servidor  $k$  (es decir, en esta situación, se verifica  $i \in E_{kt}$ ,  $E_{kt}$  que indica un conjunto de servidores que memorizan el segmento de vídeo  $t$  en la lista de memorización del servidor  $k$ ) y pueden demandar también el segmento de vídeo  $t$  desde otro servidor próximo del servidor  $k$ . En este caso, el retardo medio ponderado de adquisición del segmento de vídeo  $t$  por todos los usuarios que requieren el segmento de vídeo  $t$  en el servidor  $k$  es  $\lambda_{kt} \bar{d}_{kt}^*$ . El método de puesta en práctica del retardo medio es el mismo que el del retardo medio del segmento de vídeo  $j$ , por lo que no se describe aquí de nuevo.

(4) Cuando el servidor  $i$  no memoriza el segmento de vídeo  $t$ , los usuarios que demandan el segmento de vídeo  $t$  desde el servidor  $i$  pueden demandar el segmento de vídeo  $t$  solamente desde un servidor próximo del servidor  $i$  por intermedio del servidor  $i$ . Por lo tanto, el retardo medio ponderado de adquisición del segmento de vídeo  $t$  por todos los usuarios que requieren el segmento de vídeo  $t$  en el servidor  $i$  es  $\lambda_{it} \bar{d}_i$ . Los usuarios que demandan el segmento de vídeo  $t$  desde el servidor próximo  $k$  del servidor  $i$  no pueden demandar el segmento de vídeo  $t$  desde el servidor  $i$  por intermedio del servidor  $k$  (porque el servidor  $i$  no memoriza el segmento de vídeo  $t$ , es decir, en esta situación, se verifica  $i \notin E_{kt}$ ) y pueden demandar el segmento  $t$  desde solamente otro servidor próximo del servidor  $k$ . En este caso, el retardo medio ponderado de adquisición del segmento de vídeo  $t$  por todos los usuarios que requieren el

segmento de vídeo t en el servidor k es  $\lambda_k \bar{d}_{kt}$ . El método de puesta en práctica del retardo medio es el mismo que el del retardo medio del segmento de vídeo j, por lo que no se describe aquí de nuevo.

5 La tabla 2 proporciona una lista del retardo ponderado de adquisición de los segmentos de vídeo j y t por el usuario local el servidor i y el servidor próximo del servidor i, respectivamente, en las cuatro situaciones precedentes.

Tabla 2 Retardo medio ponderado de adquisición de los segmentos de vídeo j y t por el usuario local del servidor i y el servidor próximo del servidor i, respectivamente

	Retardo medio ponderado	Usuario local	Servidor próximo
Servidor i memoriza o no			
El servidor i memoriza el segmento de vídeo j y no memoriza el segmento de vídeo t	0	$\lambda_{ii} \bar{d}_{ii}$	$\lambda_{ij} \bar{d}_{kj}$ $\lambda_{ki} \bar{d}_{ki}$
El servidor i memoriza el segmento de vídeo t y no memoriza el segmento de vídeo j	0	$\lambda_{ij} \bar{d}_{ij}^*$	$\lambda_{ki} \bar{d}_{ki}$ $\lambda_{kj} \bar{d}_{kj}$

10 Para el servidor i, se supone que la ganancia (es decir, el retardo medio reducido) aportada por el usuario local sustituyendo el segmento de vídeo j con el segmento de vídeo t se indica por  $G_{ii}(j,t)$ , en donde

$$G_{ii}(j,t) = (0 + \lambda_{ii} \bar{d}_{ii}) - (\lambda_{ij} \bar{d}_{ij}^* + 0)$$

$$= (0 - \lambda_{ij} \bar{d}_{ij}^*) + (\lambda_{ii} \bar{d}_{ii} - 0)$$

15 Para el servidor próximo k del servidor i, después de que el servidor i sustituya el segmento de vídeo j con el segmento de vídeo t, se supone que la ganancia (es decir, el retardo medio reducido) aportada por la sustitución para el servidor k se indica por  $G_{ik}(j,t)$ , en donde

$$G_{ik}(j,t) = (\lambda_{kj} \bar{d}_{kj} + \lambda_{ki} \bar{d}_{ki}) - (\lambda_{kj} \bar{d}_{kj}^* + \lambda_{ki} \bar{d}_{ki}^*)$$

$$= (\lambda_{kj} \bar{d}_{kj} - \lambda_{kj} \bar{d}_{kj}^*) + (\lambda_{ki} \bar{d}_{ki} - \lambda_{ki} \bar{d}_{ki}^*)$$

20 En este caso, para una zona local  $L_i$  con el servidor i como su centro, el servidor i sustituye el segmento de vídeo j con el segmento de vídeo t. El valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo j es una suma ponderada de un valor de ganancia del servidor próximo y el valor del usuario, y se indica por una fórmula

$$\frac{\sum_{k \in L_i, k \neq i} D_k (\lambda_{kj} \bar{d}_{kj} - \lambda_{kj} \bar{d}_{kj}^*) + D_i (0 - \lambda_{ij} \bar{d}_{ij}^*)}{\sum_{k \in L_i} D_k}, \quad \text{en donde}$$

$\lambda_{kj}$  es la popularidad del segmento de vídeo memorizado j en el servidor próximo k;

30  $\bar{d}_{kj}$  es retardo medio de adquisición del segmento de vídeo memorizado j por el servidor k;

$\bar{d}_{kj}^*$  es el retardo medio de adquirir el segmento de vídeo memorizado j por el servidor k después de que el segmento de vídeo memorizado j sea sustituido con el segmento de vídeo candidato t;

35  $\lambda_{kj} \bar{d}_{kj} - \lambda_{kj} \bar{d}_{kj}^*$  indica el valor de ganancia del servidor próximo k, demandando el servidor k un valor de ganancia del segmento de vídeo memorizado j cuando el segmento de vídeo memorizado j en el servidor local i es sustituido;

$\lambda_{ij}$  es la popularidad del segmento de vídeo memorizado j en el servidor local i;

40  $\bar{d}_{ij}^*$  es el retardo medio de adquisición del segmento de vídeo memorizado j por el servidor local i después de que el segmento de vídeo memorizado j se sustituya con el segmento de vídeo candidato t;

$0 - \lambda_{ij} \bar{d}_{ij}^*$  indica el valor de ganancia del usuario, demandado el usuario local un valor de ganancia del segmento de



vídeo memorizado j cuando el segmento de vídeo memorizado j en el servidor local i es objeto de sustitución;

$L_i$ , indica una zona local con el servidor local i como su centro, incluyendo la zona local el servidor local i y servidores próximos {k} o el servidor local i;

5  $D_k$  indica una suma de tasas binarias de contenidos multimedia difundidos en flujo continuo que se generan por todos los usuarios servidos por el servidor k; y

10  $D_i$  indica una suma de tasas binarias de contenidos multimedia difundidos en flujo continuo que se genera por todos los usuarios servidos por el servidor local i.

El valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo t es una suma ponderada del valor de ganancia del servidor

$$\frac{\sum_{k \in L_i \setminus i} D_k (\lambda_{kt} \bar{d}_{kt} - \lambda_{kt} \bar{d}_{kt}^*) + D_i (\lambda_{it} \bar{d}_{it} - 0)}{\sum_{k \in L_i} D_k},$$

próximo y el valor del usuario, y se indica por una fórmula

15 en donde

$\lambda_{kt}$  es la popularidad del segmento de vídeo candidato t en el servidor próximo k;

20  $\bar{d}_{kt}$  es el retardo medio de adquisición del segmento de vídeo candidato t por el servidor k;

$\bar{d}_{kt}^*$  es el retardo medio de adquisición del segmento de vídeo candidato t por el servidor k después de que el segmento de vídeo memorizado j se sustituya con el segmento de vídeo candidato t;

25  $\lambda_{kt} \bar{d}_{kt} - \lambda_{kt} \bar{d}_{kt}^*$  indica el valor de ganancia del servidor próximo, demandando el servidor k un valor de ganancia del segmento de vídeo candidato t cuando el segmento de vídeo memorizado j en el servidor local i se sustituye con el segmento de vídeo candidato t;

$\lambda_{it}$  es la popularidad del segmento de vídeo memorizado t en el servidor local i;

30  $\bar{d}_{it}$  es el retardo medio de adquisición del segmento de vídeo candidato t por el servidor local i antes de que el segmento de vídeo memorizado j se sustituya con el segmento de vídeo candidato t;

35  $\lambda_{it} \bar{d}_{it} - 0$  indica el valor de ganancia del usuario, demandando el usuario local un valor de ganancia del segmento de vídeo memorizado t cuando el segmento de vídeo memorizado j en el servidor local i se sustituye con el segmento de vídeo candidato t;

$L_i$  indica una zona local con el servidor local i como su centro, incluyendo la zona local el servidor local i y a los servidores próximos {k} del servidor local i;

40  $D_k$ , indica una suma de tasas binarias de contenidos multimedia difundidos en flujo continuo que se genera por todos los usuarios servidos por el servidor k; y

45  $D_i$  indica una suma de tasas binarias de contenidos multimedia difundidos en flujo continuo que se generan por todos los usuarios servidos por el servidor local i.

Etapa 303: Sustituir el segmento de vídeo memorizado con el segmento de vídeo candidato cuando el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo memorizado y el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato en el servidor local cumplen una condición de sustitución.

50 Según se ilustra en la Figura 5, la etapa 303 incluye las etapas siguientes:

Etapa 501: Evaluar si el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato es mayor que el valor del segmento de vídeo memorizado.

55 Etapa 502: Sustituir el segmento de vídeo memorizado con el segmento de vídeo candidato cuando el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato es mayor que el valor del segmento de vídeo memorizado, es decir, se cumple la condición de sustitución.

60 Preferentemente, según se ilustra en la Figura 6, para evitar la inestabilidad de la red causada por una sustitución frecuente, la etapa 303 incluye las etapas siguientes:

Etapa 601: Evaluar si una suma del valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato y el valor del segmento de vídeo memorizado es mayor que un valor umbral preestablecido.

- 5 En esta forma de realización, el valor umbral puede ser  $\alpha \bar{d}_i$  y preferentemente,  $\alpha > 1$ . Suponiendo que un conjunto de servidores próximos del servidor  $i$  es  $N_i$ , la zona local  $L_i$  del servidor  $i$  incluye el propio servidor  $i$  y todos sus servidores próximos  $N_i$ . Por lo tanto, el retardo de acceso medio de la zona local  $L_i$  puede indicarse por
- $$\bar{d}_{L_i} = \frac{\sum_{k \in L_i} D_k \bar{d}_k}{\sum_{k \in L_i} D_k},$$
- 10 en donde  $D_k$  indica una suma de tasas binarias de contenidos multimedia difundidos por flujo continuo que se generan por todos los usuarios servidos por el servidor  $k$  y la unidad es bit/s.

Etapa 602: Sustituir el segmento de vídeo memorizado con el segmento de vídeo candidato cuando la suma del valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato y el valor del segmento de vídeo memorizado es mayor que el valor umbral preestablecido, es decir, se cumple la condición de sustitución.

- 15 Preferentemente, para garantizar la precisión de la información de memorización, el retardo de extremo a extremo entre el servidor local y el servidor próximo y la popularidad que se memoriza en la lista de memorización, según se ilustra en la Figura 7, después de la etapa 301, el método de memorización caché cooperativa incluye, además:

20 Etapa 701: Actualizar la información de memorización, el retardo de extremo a extremo entre el servidor local y el servidor próximo y la popularidad del segmento de vídeo en la lista de memorización.

25 La actualización de la información de memorización puede ponerse en práctica mediante la adquisición periódica de la información de memorización del servidor local y la del servidor próximo; el retardo de extremo a extremo entre el servidor local y el servidor próximo puede adquirirse periódicamente utilizando una herramienta de red; y la estadística de la popularidad puede ser objeto de recogida mediante una selección periódica de los comportamientos de usuarios en el curso de un periodo de tiempo.

30 La actualización de la información de memorización puede iniciarse también por una condición de actualización preestablecida. Cuando la lista de memorización cumple la condición de iniciación operativa, se actualiza la lista de memorización. Por supuesto, los métodos para actualizar la lista de memorización no están limitados a los métodos precedentes y por ello no se describen aquí de nuevo en detalle.

35 En conformidad con el método de memorización cooperativa dado a conocer en esta forma de realización, si el segmento de vídeo memorizado necesita sustituirse con el segmento de vídeo candidato se determina mediante la evaluación de si el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo memorizado y el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato en el servidor local que se obtienen en función de la información de memorización, el retardo de extremo a extremo y la popularidad cumplen la condición de sustitución. Cuando el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo memorizado y el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato en el servidor local cumplen la condición de sustitución, el segmento de vídeo memorizado se sustituye con el segmento de vídeo candidato, que es capaz de mejorar la relación de hit local de un usuario local sin aumentar los costes del servidor local.

45 Según se ilustra en la Figura 8, una forma de realización de la presente invención da a conocer un aparato de memorización, que incluye una unidad de cálculo 801 y una unidad de sustitución 802.

50 La unidad de cálculo 801 está configurada para obtener, en conformidad con la información de memorización, el retardo de extremo a extremo entre un servidor local y un servidor próximo y la popularidad de un segmento de vídeo en una lista de memorización, un valor de ganancia consolidada de un segmento de vídeo memorizado y un valor de ganancia consolidada de un segmento de vídeo candidato en el servidor local, en donde la información de memorización incluye un identificador de un segmento de vídeo e información sobre un servidor que memoriza el segmento de vídeo, y la información sobre el servidor incluye un identificador del servidor. Para el método de puesta en práctica específico, puede hacerse referencia a la etapa 201 ilustrada en la Figura 2 y por ello no se proporciona aquí una nueva descripción.

55 La unidad de sustitución 802 está configurada para sustituir el segmento de vídeo memorizado con el segmento de vídeo candidato cuando el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo memorizado y el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato en el servidor local que se calculan y obtienen por pasarela unidad de cálculo cumplen una condición de sustitución. Para la puesta en práctica específica del método, puede hacerse referencia a la etapa 202 ilustrada en la Figura 2, y por ello no se proporciona aquí una nueva descripción.

60 En esta forma de realización, según se ilustra en la Figura 9, la unidad de sustitución incluye una primera sub-unidad de evaluación 901 y una primera sub-unidad de sustitución 902.

5 La primera sub-unidad de evaluación 901 está configurada para determinar si el valor de ganancia consolidada el segmento de vídeo candidato es mayor, o no, que el valor del segmento de vídeo memorizado, en donde el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato y el valor del segmento de vídeo memorizado se calculan y obtienen por la unidad de cálculo. Para el método de puesta en práctica específico, puede hacerse referencia a la etapa 501 ilustrada en la Figura 5 y por ello no se proporciona aquí una nueva descripción.

10 La primera sub-unidad de sustitución 902 está configurada para sustituir el segmento de vídeo memorizado con el segmento de vídeo candidato cuando la primera sub-unidad de evaluación determina que el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato es mayor que el valor del segmento de vídeo memorizado. Para la puesta en práctica específica del método, puede hacerse referencia a la etapa 502 ilustrada en la Figura 5 y por ello no se proporciona aquí ninguna nueva descripción.

15 Preferentemente, para evitar la inestabilidad de la red causada por una sustitución frecuente, según se ilustra en la Figura 10, la unidad de sustitución incluye una segunda sub-unidad de evaluación 1001 y una segunda sub-unidad de sustitución 1002.

20 La segunda sub-unidad de evaluación 1001 está configurada para determinar si una suma del valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato y el valor del segmento de vídeo memorizado es mayor que un valor umbral preestablecido, en donde el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato y el valor del segmento de vídeo memorizado se calculan y obtienen por la unidad de cálculo. Para la puesta en práctica específica del método, puede hacerse referencia a la etapa 601 ilustrada en la Figura 6, y por ello no se proporciona aquí ninguna nueva descripción.

25 La segunda sub-unidad de sustitución 1002 está configurada para sustituir el segmento de vídeo memorizado con el segmento de vídeo candidato cuando la segunda sub-unidad de evaluación determina que la suma del valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato y el valor del segmento de vídeo memorizado es mayor que el valor umbral preestablecido. Para la puesta en práctica específica del método, puede hacerse referencia a la etapa 602 ilustrada en la Figura 6, y por ello no se proporciona aquí ninguna nueva descripción.

30 Además, según se ilustra en la Figura 11, el aparato de memorización cooperativa incluye, además:

35 una unidad de creación 1101, configurada para crear la lista de memorización, en donde la lista de memorización incluye la información de memorización, el retardo de extremo a extremo entre el servidor local y el servidor próximo y la popularidad del segmento de vídeo. Para la puesta en práctica específica del método, puede hacerse referencia a la etapa 301 ilustrada en la Figura 3 y por ello no se proporciona aquí ninguna nueva descripción.

40 En esta forma de realización, según se ilustra en la Figura 12, la unidad de creación incluye una primera sub-unidad de adquisición 1201, una segunda sub-unidad de adquisición 1202, una tercera sub-unidad de adquisición 1203 y una sub-unidad de creación 1204.

45 La primera sub-unidad de adquisición 1201 está configurada para adquirir la información de memorización del servidor local y la del servidor próximo y para memorizar la información de memorización del servidor local y la del servidor próximo como información de memorización basada en un segmento de vídeo e información sobre un servidor que memoriza el segmento de vídeo. Para la puesta en práctica específica del método, puede hacerse referencia a la etapa 401 ilustrada en la Figura 4, y por ello no se proporciona aquí ninguna nueva descripción.

50 La segunda sub-unidad de adquisición 1202 está configurada para adquirir el retardo de extremo a extremo entre el servidor local y el servidor próximo utilizando una herramienta de red. En esta forma de realización, la segunda sub-unidad de adquisición incluye un primer módulo de adquisición, configurado para adquirir el retardo de extremo a extremo entre el servidor local y el servidor próximo utilizando una herramienta de red PING. Para la puesta en práctica específica del método, puede hacerse referencia a la etapa 402 ilustrada en la Figura 4 y por ello no se proporciona aquí ninguna nueva descripción.

55 La tercera sub-unidad de adquisición 1203 está configurada para adquirir la popularidad de cada segmento de vídeo en conformidad con las estadísticas de comportamientos de usuarios en el curso de un periodo de tiempo.

60 En esta forma de realización, según se ilustra en la Figura 13, la tercera sub-unidad de adquisición incluye un módulo de estadísticas 1301 y un segundo módulo de adquisición 1302.

El módulo de estadísticas 1301 está configurado para dividir un número total de acceso a cada segmento de vídeo en una zona cooperativa o en servidores en una red completa por un número total de accesos en la zona cooperativa o en los servidores en la red completa para obtener la popularidad de cada segmento de vídeo.

65 El segundo módulo de adquisición 1302 está configurado para adquirir la popularidad de cada segmento de vídeo

contenido por el módulo de estadísticas.

Para la puesta en práctica específica del método, puede hacerse referencia a la etapa 403 ilustrada en la Figura 4 y por ello no se proporciona aquí ninguna nueva descripción.

5 La sub-unidad de creación 1204 está configurada para crear la lista de memorización en conformidad con la información de memorización que se adquiere por la primera sub-unidad de adquisición y memorizada sobre la base del segmento de vídeo y la información sobre el servidor que memoriza el segmento de vídeo, el retardo de extremo a extremo adquirido por la segunda sub-unidad de adquisición, y la popularidad de cada segmento de vídeo popularidad por la tercera sub-unidad de adquisición. Para la puesta en práctica específica del método, puede hacerse referencia a la etapa 404 ilustrada en la Figura 4 y por ello no se proporciona aquí ninguna nueva descripción.

Además, según se ilustra en la Figura 14, el aparato de memorización cooperativa incluye, además:

15 una unidad de actualización 1401, configurada para actualizar la información de memorización, el retardo de extremo a extremo entre el servidor local y el servidor próximo y la popularidad del segmento de vídeo en la lista de memorización creada por la unidad de creación. Para la puesta en práctica específica del método, puede hacerse referencia a la etapa 701 ilustrada en la Figura 7 y por ello no se proporciona aquí ninguna nueva descripción.

20 En conformidad con el aparato de memorización cooperativa dado a conocer en esta forma de realización, si el segmento de vídeo memorizado necesita sustituirse con el segmento de vídeo candidato, se determina si realizar, o no, esta operación de sustitución evaluando si el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo memorizado y el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato en el servidor local que se obtiene en función de la información de memorización, el retardo de extremo a extremo y la popularidad cumplen la condición de sustitución. Cuando el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo memorizado y el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato en el servidor local cumplen la condición de sustitución, el segmento de vídeo memorizado se sustituye con el segmento de vídeo candidato, que es capaz de mejorar la relación de hit local de un usuario local sin aumentar los costes del servidor local.

30 El método y aparato de memorización cooperativa dados a conocer en las formas de realización de la presente invención pueden aplicarse a varias topologías de red, a modo de ejemplo, una topología de árbol y una topología de malla.

35 Un experto ordinario en esta técnica debe entender que la totalidad o una parte de las etapas de los métodos en las formas de realización pueden ponerse en práctica mediante un programa informático que proporcione instrucciones al hardware pertinente. El programa puede memorizarse en un soporte de memorización legible por ordenador, tal como una memoria ROM/RAM, un disco magnético o un disco óptico.

40 La descripción anterior es simplemente, a modo de ejemplo, de formas de realización de la presente invención y no está prevista para limitar el alcance de protección de la presente invención. Varias modificaciones y sustituciones que puedan fácilmente considerarse por un experto en esta técnica sin desviarse por ello del alcance técnico de la presente invención deben considerarse que caen dentro del alcance de protección de la presente invención. Por lo tanto, el alcance de protección de la presente invención se establece en las reivindicaciones adjuntas.

45

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de memorización cooperativa, que comprende:

5 obtener (201), en conformidad con la información de memorización, un retardo de extremo a extremo entre un servidor local y un servidor próximo y una popularidad de un segmento de vídeo en una lista de memorización caché, un valor de ganancia consolidada de un segmento de vídeo memorizado y un valor de ganancia consolidada de un segmento de vídeo candidato en el servidor local, en donde la información de memorización caché comprende un identificador de un segmento de vídeo e información sobre un servidor que memoriza el segmento de vídeo y  
10 cuya información sobre el servidor comprende un identificador del servidor; y

sustituir (202) el segmento de vídeo memorizado con el segmento de vídeo candidato cuando el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo memorizado y el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato en el servidor local cumplen una condición de sustitución, en donde la condición de sustitución se cumple  
15 cuando el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato es mayor que la que tiene el segmento de vídeo memorizado.

2. El método según la reivindicación 1, que comprende, además:

20 crear (301) la lista de memorización caché, en donde la lista de memorización caché comprende la información de memorización caché, el retardo de extremo a extremo entre el servidor local y el servidor próximo, y la popularidad del segmento de vídeo.

3. El método según la reivindicación 2, en donde la creación de la lista de memorización caché comprende:

25 adquirir (401) la información de memorización caché del servidor local y la del servidor próximo, y memorizar la información de memorización caché del servidor local y la del servidor próximo como información de memorización sobre la base de que un identificador de un segmento de vídeo corresponde a información sobre un servidor que memoriza el segmento de vídeo;

30 adquirir (402) el retardo de extremo a extremo entre el servidor local y el servidor próximo utilizando una herramienta de red;

35 adquirir (403) la popularidad de cada segmento de vídeo a partir de estadísticas de comportamientos de usuarios en el curso de un periodo de tiempo; y

40 crear (404) la lista de memorización caché a partir de la información de memorización caché memorizada sobre la base de que el identificador del segmento de vídeo corresponde a la información sobre el servidor que memoriza el segmento de vídeo, el retardo de extremo a extremo y la popularidad de cada segmento de vídeo.

4. El método según la reivindicación 3, en donde la adquisición del retardo de extremo a extremo entre el servidor local y el servidor próximo utilizando la herramienta de red comprende:

45 adquirir el retardo de extremo a extremo entre el servidor local y el servidor próximo utilizando una herramienta de red PING.

5. El método según la reivindicación 3, en donde la adquisición de la popularidad de cada segmento de vídeo en función de las estadísticas de comportamientos de usuarios en el curso del periodo de tiempo comprende:

50 dividir un número total de accesos a cada segmento de vídeo en una zona cooperativa o en servidores en una red completa mediante un número total de accesos en la zona cooperativa o en los servidores en la red completa para obtener la popularidad de cada segmento de vídeo.

6. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, que comprende, además:

55 actualizar (701) la información de memorización caché, el retardo de extremo a extremo entre el servidor local y el servidor próximo y la popularidad del segmento de vídeo en la lista de memorización caché.

60 7. El método según la reivindicación 1 o 6, en donde la información sobre el servidor comprende, además, un valor de utilidad y el valor de utilidad es una probabilidad de adquisición, por el servidor local en el momento de la recepción de una demanda de segmento de vídeo de un usuario local, un segmento de vídeo que está memorizado en el servidor correspondiente al identificador del servidor.

65 8. El método según la reivindicación 7, en donde el valor de utilidad se obtiene en función del retardo de extremo a extremo desde el servidor local al servidor próximo, que comprende, concretamente:

cuando un segmento de vídeo demandado por el usuario local no existe en el servidor local, el valor de utilidad es un valor recíproco del retardo de extremo a extremo desde el servidor local a un servidor próximo que memoriza el segmento de vídeo demandado por el usuario local; y

5 cuando el segmento de vídeo demandado por el usuario local existe en el servidor local, el valor de utilidad es infinito.

9. El método según la reivindicación 8, en donde

10 cuando un servidor k es un servidor próximo de un servidor local i, el servidor local i memoriza un segmento de vídeo j memorizado, y existe un segmento de vídeo candidato t,

el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo memorizado contenido en función de la información de memorización caché, el retardo de extremo a extremo y la popularidad es una suma ponderada de un valor de ganancia del servidor próximo y el del usuario, y se indica mediante una fórmula

$$15 \frac{\sum_{k \in L_i} D_k (\lambda_{kj} \bar{d}_{kj} - \lambda_{kj} \bar{d}_{kj}^*) + D_i (0 - \lambda_{ij} \bar{d}_{ij}^*)}{\sum_{k \in L_i} D_k},$$

en donde

20  $\lambda_{kj}$  es la popularidad del segmento de vídeo memorizado j en el servidor próximo k;

$\bar{d}_{kj}$  es el retardo medio de adquirir el segmento de vídeo memorizado j por el servidor k;

25  $\bar{d}_{kj}^*$  es el retardo medio de adquisición del segmento de vídeo memorizado j por el servidor k después de que el segmento de vídeo memorizado j se sustituya con el segmento de vídeo candidato t;

$\lambda_{kj} \bar{d}_{kj} - \lambda_{kj} \bar{d}_{kj}^*$  indica el valor de ganancia del servidor próximo k, demandando el servidor k un valor de ganancia del segmento de vídeo memorizado j cuando el segmento de vídeo memorizado j en el servidor local i se sustituye;

30  $\lambda_{ij}$  es la popularidad del segmento de vídeo memorizado j en el servidor local i;

$\bar{d}_{ij}^*$  es el retardo medio de adquisición del segmento de vídeo memorizado j por el servidor local i después de que el segmento de vídeo memorizado j se sustituya con el segmento de vídeo candidato t;

35  $0 - \lambda_{ij} \bar{d}_{ij}^*$  indica el valor de ganancia del usuario, demandando el usuario local un valor de ganancia del segmento de vídeo memorizado j cuando el segmento de vídeo memorizado j en el servidor local i es sustituido;

40  $L_i$  indica una zona local con el servidor local i como su centro, comprendiendo la zona local el servidor local i y servidores próximos {k} del servidor local i;

$D_k$  indica una suma de tasas binarias de contenidos multimedia difundidos en flujo continuo generados por todos los usuarios servidos por el servidor k; y

45  $D_i$  indica una suma de tasas binarias de contenidos multimedia difundidos en flujo continuo generados por todos los usuarios servidos por el servidor local i; y

el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato que se obtiene en función de la información de memorización caché, el retardo de extremo a extremo y la popularidad es una suma ponderada de un valor de ganancia del servidor próximo y el valor del usuario y se indica mediante una fórmula

$$50 \frac{\sum_{k \in L_i} D_k (\lambda_{kt} \bar{d}_{kt} - \lambda_{kt} \bar{d}_{kt}^*) + D_i (\lambda_{it} \bar{d}_{it} - 0)}{\sum_{k \in L_i} D_k},$$

en donde

55  $\lambda_{kt}$  es la popularidad del segmento de vídeo candidato t en el servidor próximo k;

$\bar{d}_{kt}$  es el retardo medio de la adquisición del segmento de vídeo candidato t por el servidor k;

5  $\bar{d}_{kt}^*$  es un retardo medio de adquisición del segmento de vídeo candidato t por el servidor k después de que el segmento de vídeo memorizado j se sustituya con el segmento de vídeo candidato t;

10  $\lambda_{ki}\bar{d}_{kt} - \lambda_{ki}\bar{d}_{kt}^*$  indica el valor de ganancia del servidor próximo k, demandando el servidor k un valor de ganancia del segmento de vídeo candidato t cuando el segmento de vídeo memorizado j en el servidor local i es sustituido con el segmento de vídeo candidato t;

$\lambda_{it}$  es la popularidad del segmento de vídeo memorizado t en el servidor local i;

15  $\bar{d}_{it}$  es el retardo medio de la adquisición del segmento de vídeo candidato t por el servidor local i antes de que el segmento de vídeo memorizado j sea sustituido con el segmento de vídeo candidato t;

$\lambda_{it}\bar{d}_{it} - 0$  indica el valor de ganancia del usuario, demandando el usuario local un valor de ganancia del segmento de vídeo memorizado t cuando el segmento de vídeo memorizado j en el servidor local i se sustituye con el segmento de vídeo candidato t;

20  $L_i$  indica una zona local con el servidor local i como su centro, comprendiendo la zona local el servidor local i y los servidores próximos {k} del servidor local i;

25  $D_k$  indica una suma de tasas binarias de contenidos multimedia difundidos en flujo continuo, generados por todos los usuarios servidos por el servidor k; y

$D_i$  indica una suma de tasas binarias de contenidos multimedia difundidos en flujo continuo, generados por todos los usuarios servidos por el servidor local i.

30 **10.** El método según la reivindicación 1 o 6, en donde la sustitución del segmento de vídeo memorizado con el segmento de vídeo candidato cuando el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo memorizado y el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato en el servidor local cumplen la condición de sustitución, comprende:

35 evaluar (601) si una suma del valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato y del segmento de vídeo memorizado es mayor que un valor umbral preestablecido; y

40 sustituir (602) el segmento de vídeo memorizado con el segmento de vídeo candidato cuando la suma del valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato y del segmento de vídeo memorizado es mayor que el valor umbral preestablecido, es decir, se cumple la condición de sustitución.

**11.** Un aparato de memorización caché cooperativa, que comprende:

45 una unidad de cálculo (801), configurada para obtener, en conformidad con la información de memorización caché, el retardo de extremo a extremo entre un servidor local y un servidor próximo, y la popularidad de un segmento de vídeo en una lista de memorización caché, un valor de ganancia consolidada de un segmento de vídeo memorizado y un valor de ganancia consolidada de un segmento de vídeo candidato en el servidor local, en donde la información de memorización caché comprende un identificador de un segmento de vídeo y la información sobre un servidor que memoriza el segmento de vídeo y la información sobre el servidor incluye un identificador del servidor;

50 una unidad de sustitución (802), configurada para sustituir el segmento de vídeo memorizado con el segmento de vídeo candidato cuando el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo memorizado y el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato en el servidor local que se calculan y obtienen por la unidad de cálculo cumplen una condición de sustitución;

55 una primera sub-unidad de evaluación (901), configurada para evaluar si el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato es mayor que el del segmento de vídeo memorizado, en donde el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato y el del segmento de vídeo memorizado se calculan y obtienen por la unidad de cálculo; y

60 una primera sub-unidad de sustitución (902), configurada para sustituir el segmento de vídeo memorizado con el segmento de vídeo candidato cuando la primera sub-unidad de evaluación determina que el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato es mayor que el segmento de vídeo memorizado.

12. El aparato según la reivindicación 11, que comprende, además:

una unidad de creación (1101), configurada para crear la lista de memorización caché, en donde la lista de memorización caché comprende la información de memorización caché, el retardo de extremo a extremo entre el servidor local y el servidor próximo y la popularidad del segmento de vídeo.

13. El aparato según la reivindicación 12, en donde la unidad de creación comprende:

una primera sub-unidad de adquisición (1201), configurada para adquirir información de memorización caché del servidor local y la del servidor próximo y para memorizar la información de memorización caché del servidor local y la del servidor próximo como información de memorización caché basada en un segmento de vídeo e información sobre un servidor que memoriza el segmento de vídeo;

una segunda sub-unidad de adquisición (1202), configurada para adquirir el retardo de extremo a extremo entre el servidor local y el servidor próximo utilizando una herramienta de red;

una tercera sub-unidad de adquisición (1203), configurada para adquirir la popularidad de cada segmento de vídeo en conformidad con las estadísticas de comportamientos de usuarios en el curso de un periodo de tiempo; y

una sub-unidad de creación (1204), configurada para crear la lista de memorización caché en función de la información de memorización caché que se adquiere por la primera sub-unidad de adquisición y memorizada sobre la base del segmento de vídeo y de la información sobre el servidor que memoriza el segmento de vídeo, el retardo de extremo a extremo adquirido por la segunda sub-unidad de adquisición y la popularidad de cada segmento de vídeo que se adquiere por la tercera sub-unidad de adquisición.

14. El aparato según la reivindicación 13, en donde la segunda sub-unidad de adquisición comprende:

un primer módulo de adquisición, configurado para adquirir el retardo de extremo a extremo entre el servidor local y el servidor próximo utilizando una herramienta de red PING.

15. El aparato según la reivindicación 13, en donde la tercera sub-unidad de adquisición comprende:

un módulo de estadísticas (1301), configurado para dividir un número total de accesos a cada segmento de vídeo en una zona cooperativa o en servidores en una red completa mediante un número total de accesos en la zona cooperativa o en los servidores en la red completa para obtener la popularidad de cada segmento de vídeo; y

un segundo módulo de adquisición (1302), configurado para adquirir la popularidad de cada segmento de vídeo que se obtiene por el módulo de estadísticas.

16. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15, que comprende, además:

una unidad de actualización (1401), configurada para actualizar la información de memorización caché, el retardo de extremo a extremo entre el servidor local y el servidor próximo y la popularidad del segmento de vídeo en la lista de memorización caché creada por la unidad de creación.

17. El aparato según la reivindicación 11 o 16, en donde cuando un servidor k es un servidor próximo de un servidor local i, el servidor local i memoriza un segmento de vídeo memorizado j y existe un segmento de vídeo candidato t,

el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo memorizado obtenido en función de la información de memorización caché, el retardo de extremo a extremo y la popularidad es una suma ponderada de un valor de ganancia del servidor próximo y la de un usuario y se indica por una fórmula

$$\frac{\sum_{k \in I_t} D_k (\lambda_{kj} \bar{d}_{kj} - \lambda_{kj} \bar{d}_{kj}^*) + D_i (0 - \lambda_{ij} \bar{d}_{ij}^*)}{\sum_{k \in I_t} D_k},$$

en donde

$\lambda_{kj}$  es la popularidad del segmento de vídeo memorizado j en el servidor próximo k;

$\bar{d}_{kj}$  es el retardo medio de adquirir el segmento de vídeo memorizado j por el servidor k;



$\bar{d}_{kj}^*$  es el retardo medio de adquisición del segmento de vídeo memorizado j por el servidor k después de que el segmento de vídeo memorizado j se sustituya con el segmento de vídeo candidato t;

5  $\lambda_{kj}\bar{d}_{kj} - \lambda_{kj}\bar{d}_{kj}^*$  indica el valor de ganancia del servidor próximo k, demandando el servidor k un valor de ganancia del segmento de vídeo memorizado j cuando el segmento de vídeo memorizado j en el servidor local i es objeto de sustitución;

$\lambda_{ij}$  es la popularidad del segmento de vídeo memorizado j en el servidor local i;

10  $\bar{d}_{ij}^*$  es el retardo medio de adquisición del segmento de vídeo memorizado j por el servidor local i después de que el segmento de vídeo memorizado j se sustituya con el segmento de vídeo candidato t;

15  $0 - \lambda_{ij}\bar{d}_{ij}^*$  indica el valor de ganancia del usuario, demandando el usuario local un valor de ganancia del segmento de vídeo memorizado j cuando el segmento de vídeo memorizado j en el servidor local i es objeto de sustitución;

$L_i$  indica una zona local con el servidor local i como su centro, comprendiendo la zona local el servidor local i y los servidores próximos {k} del servidor local i;

20  $D_k$  indica una suma de tasas binarias de contenidos multimedia difundidos en flujo continuo generados por todos los usuarios servidos por el servidor k; y

$D_i$  indica una suma de tasas binarias de contenidos multimedia difundidos en flujo continuo generados por todos los usuarios servidos por el servidor local i; y

25 el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato que se obtiene en función de la información de memorización caché, el retardo de extremo a extremo y la popularidad es una suma ponderada de un valor de ganancia del servidor próximo y el valor del usuario y se indica mediante una fórmula

$$30 \frac{\sum_{k \in L_i \setminus i} D_k (\lambda_{kt}\bar{d}_{kt} - \lambda_{kt}\bar{d}_{kt}^*) + D_i (\lambda_{it}\bar{d}_{it} - 0)}{\sum_{k \in L_i} D_k},$$

en donde

$\lambda_{kt}$  es la popularidad del segmento de vídeo candidato t en el servidor próximo k;

35  $\bar{d}_{kt}$  es el retardo medio de la adquisición del segmento de vídeo candidato t por el servidor k;

$\bar{d}_{kt}^*$  es un retardo medio de adquisición del segmento de vídeo candidato t por el servidor k después de que el segmento de vídeo memorizado j se sustituya con el segmento de vídeo candidato t;

40  $\lambda_{kj}\bar{d}_{kt} - \lambda_{kj}\bar{d}_{kt}^*$  indica el valor de ganancia del servidor próximo k, demandado el servidor k un valor de ganancia del segmento de vídeo candidato t cuando el segmento de vídeo memorizado j en el servidor local i es sustituido con el segmento de vídeo candidato t;

45  $\lambda_{it}$  es la popularidad del segmento de vídeo memorizado t en el servidor local i;

$\bar{d}_{it}$  es el retardo medio de la adquisición del segmento de vídeo candidato t por el servidor local i antes de que el segmento de vídeo memorizado j sea sustituido con el segmento de vídeo candidato t;

50  $\lambda_{it}\bar{d}_{it} - 0$  indica el valor de ganancia del usuario, demandando el usuario local un valor de ganancia del segmento de vídeo memorizado t cuando el segmento de vídeo memorizado j en el servidor local i se sustituye con el segmento de vídeo candidato t;

$L_i$  indica una zona local con el servidor local i como su centro, comprendiendo la zona local el servidor local i y los servidores próximos {k} del servidor local i;

55  $D_k$  indica una suma de tasas binarias de contenidos multimedia difundidos en flujo continuo, que se generan por todos los usuarios servidos por el servidor k; y

$D_i$  indica una suma de tasas binarias de contenidos multimedia difundidos en flujo continuo, que se generan por todos los usuarios servidos por el servidor local  $i$ .

18. El aparato según la reivindicación 11 o 16, en donde la unidad de sustitución comprende:

5 una segunda sub-unidad de evaluación (1001), configurada para evaluar si una suma del valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato y el valor del segmento de vídeo memorizado es mayor que un valor umbral preestablecido, en donde el valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato y el valor del segmento de vídeo memorizado se calculan y obtienen por la unidad de cálculo; y

10 una segunda sub-unidad de sustitución (1002), configurada para sustituir el segmento de vídeo memorizado con el segmento de vídeo candidato cuando la segunda sub-unidad de evaluación determina que la suma del valor de ganancia consolidada del segmento de vídeo candidato y el valor del segmento de vídeo memorizado es mayor que el valor umbral preestablecido.

15

20

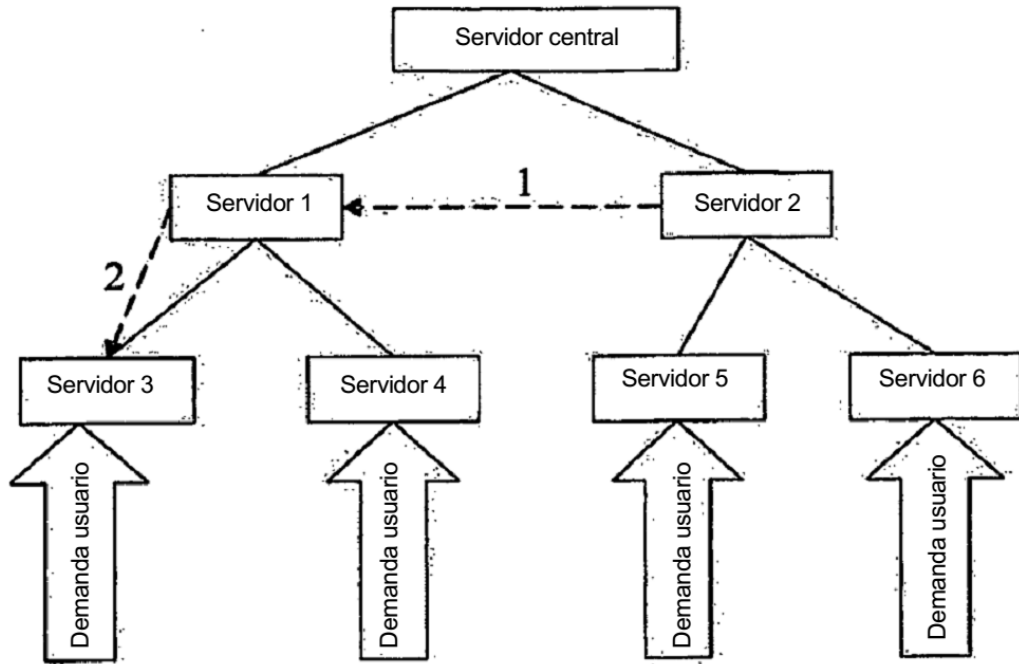


FIG. 1

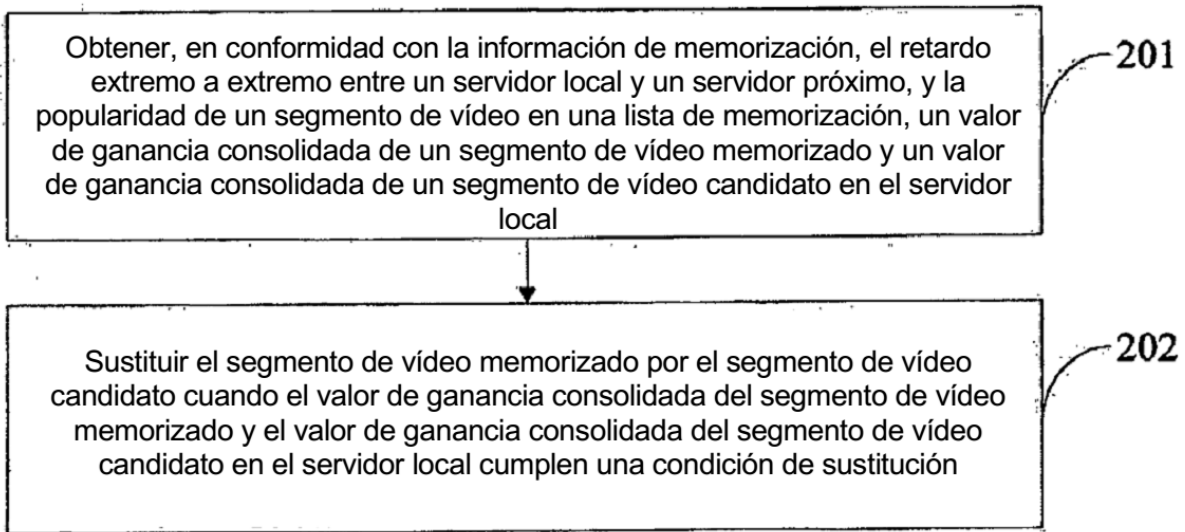


FIG. 2

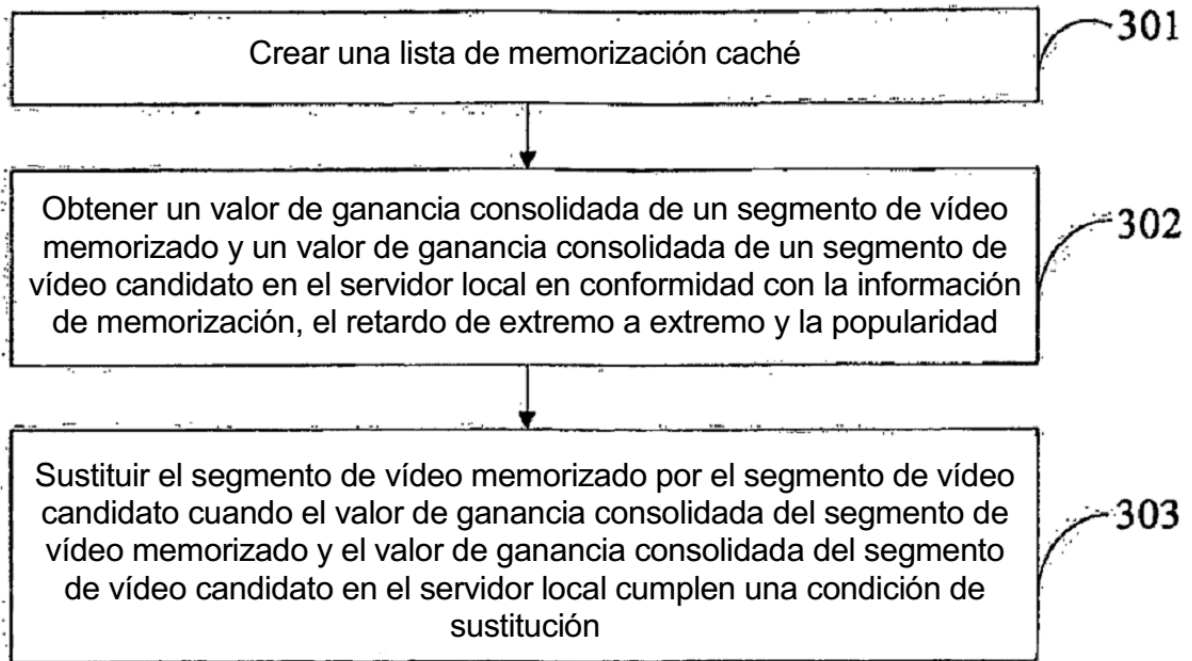


FIG. 3

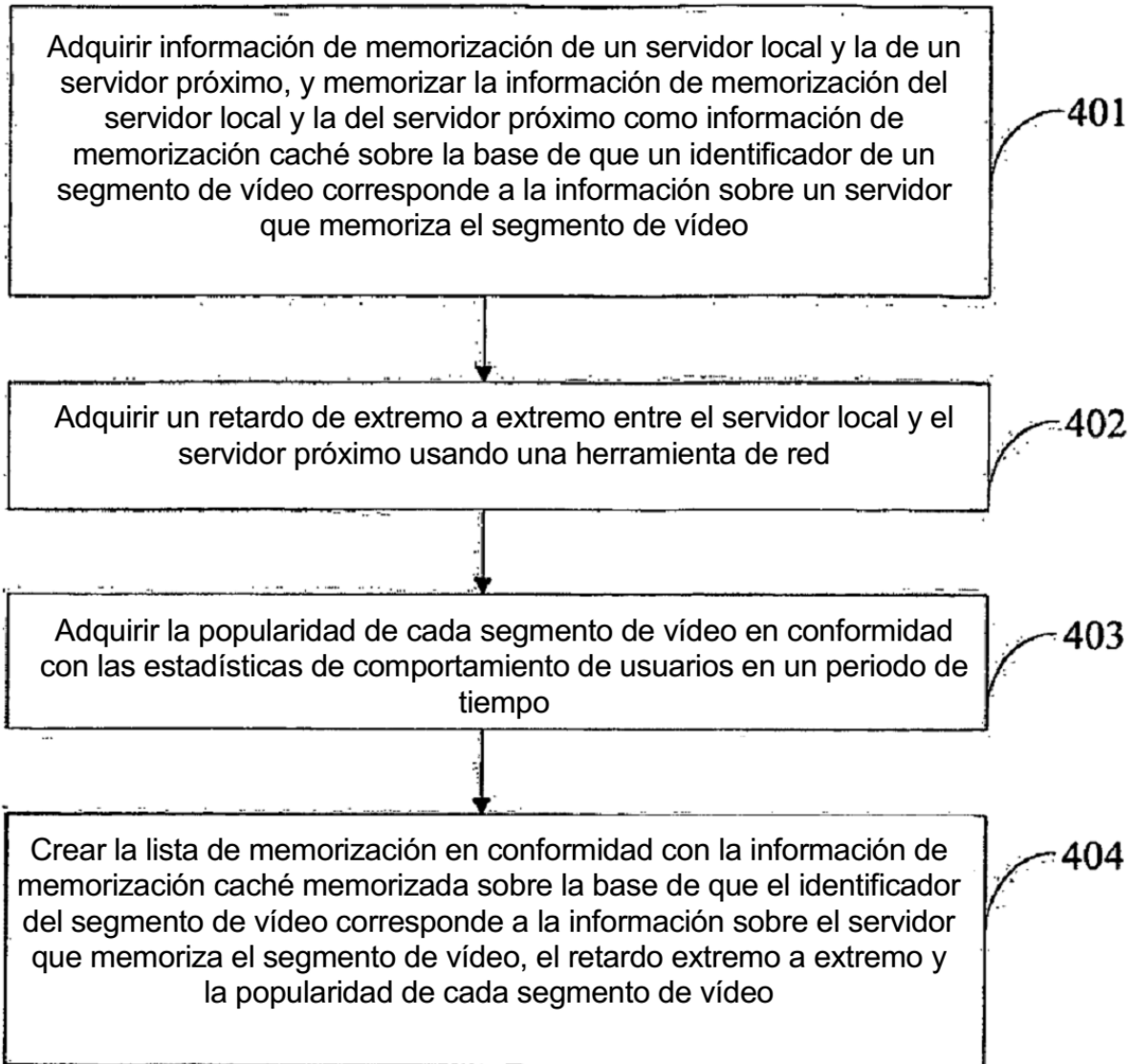


FIG. 4

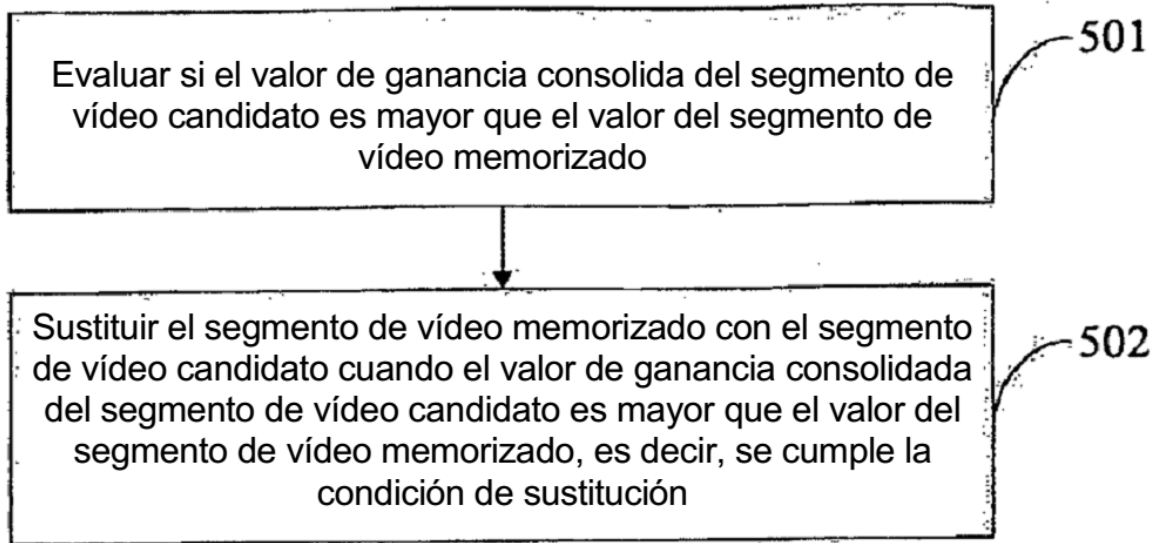


FIG. 5

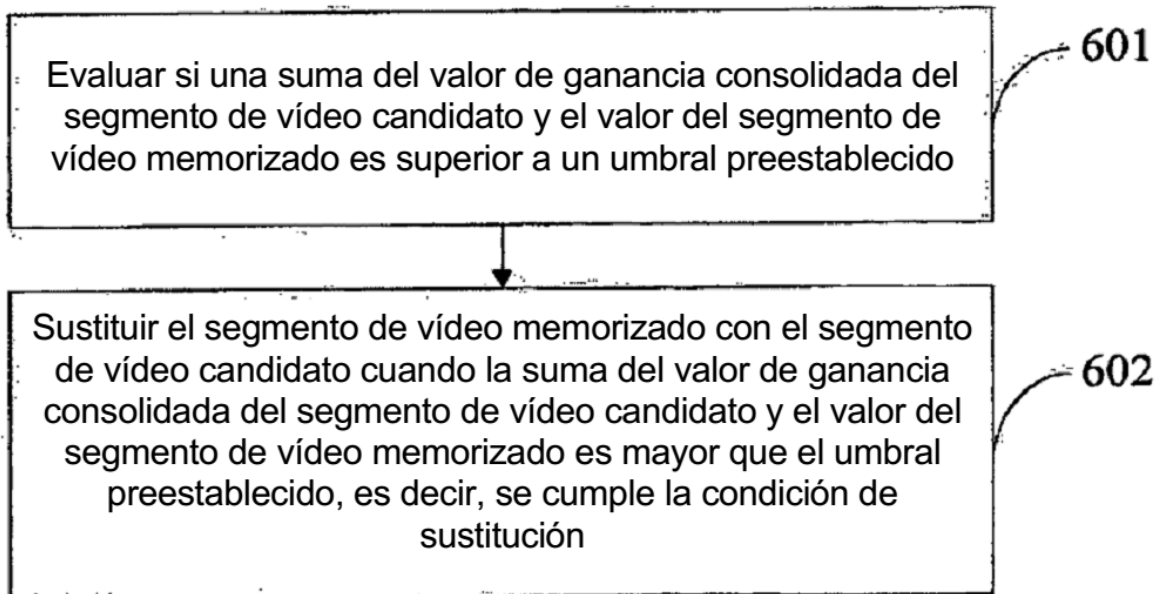


FIG. 6

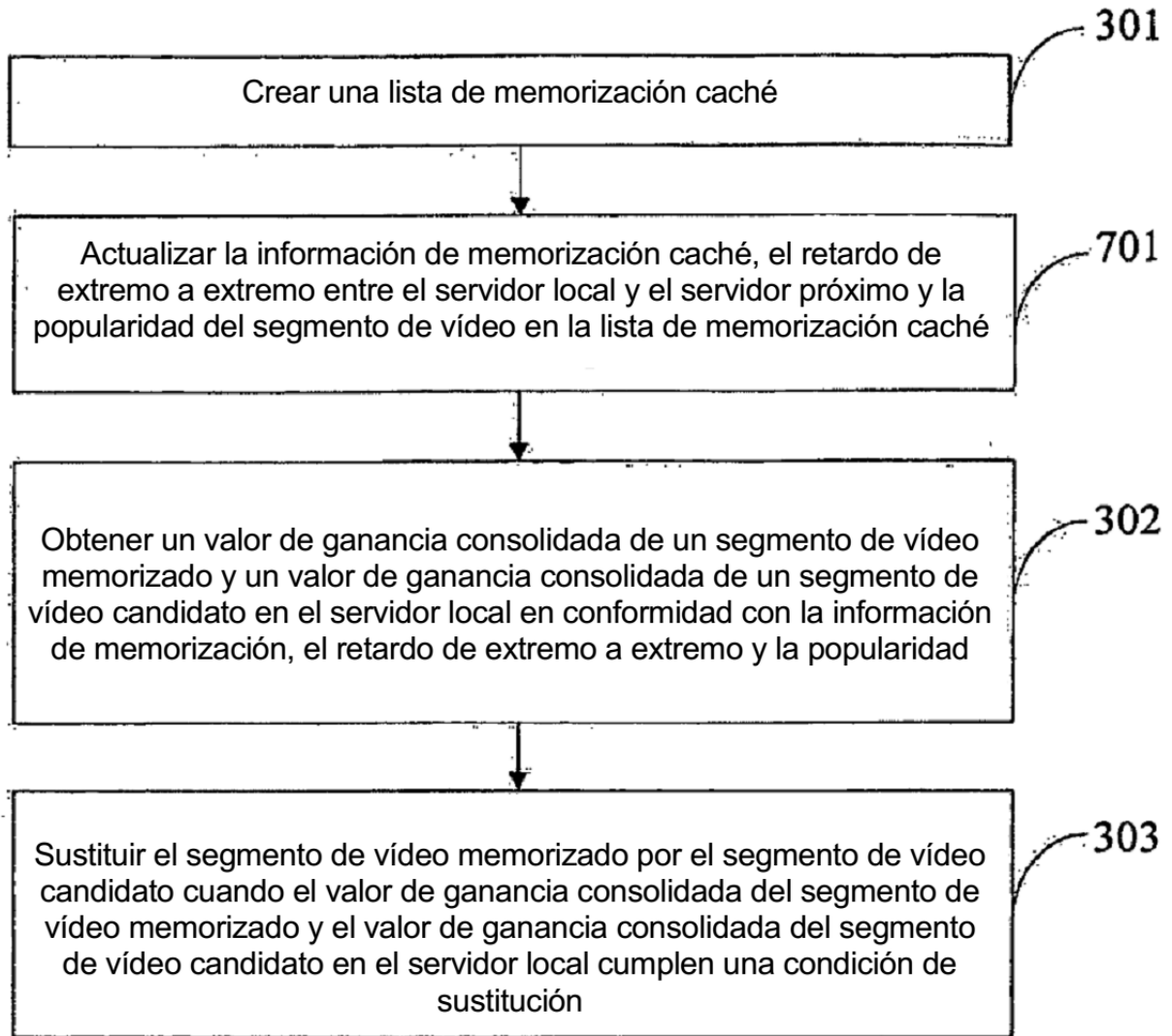


FIG. 7

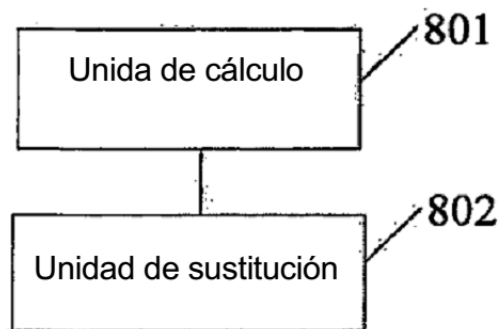
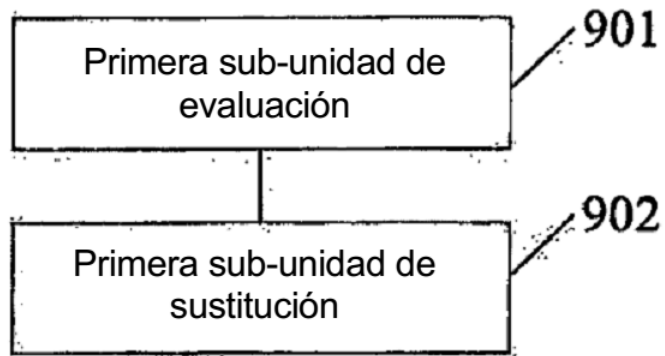
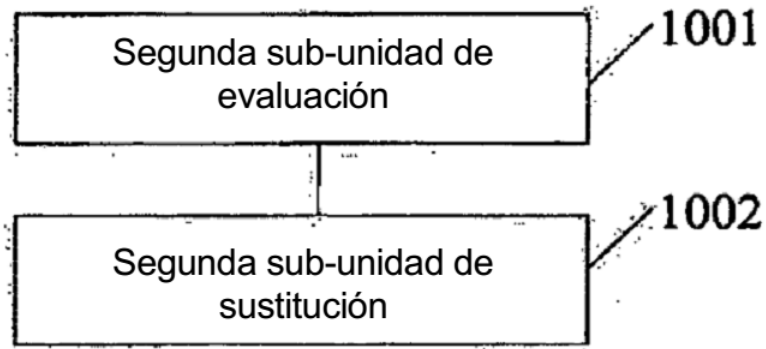


FIG. 8



**FIG. 9**



**FIG. 10**



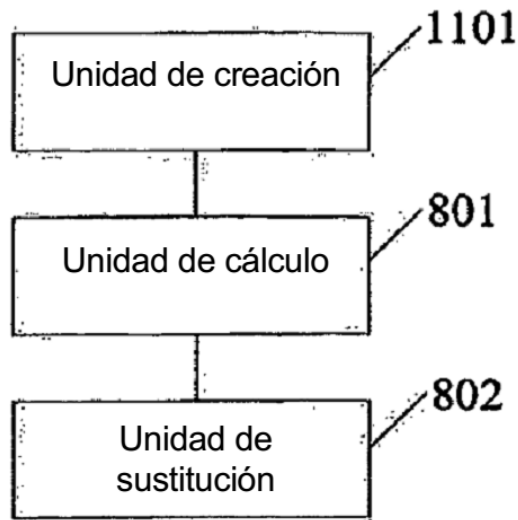


FIG. 11

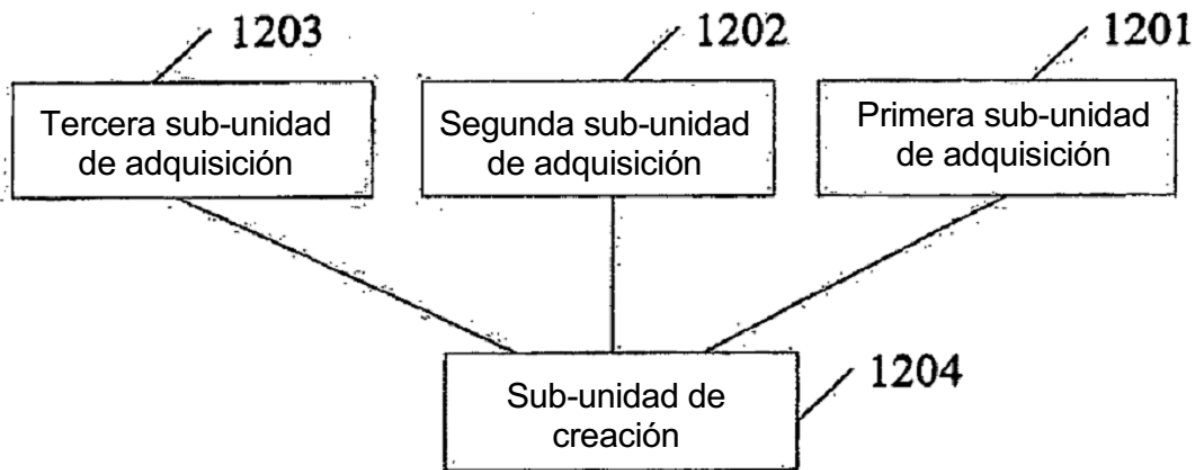


FIG. 12

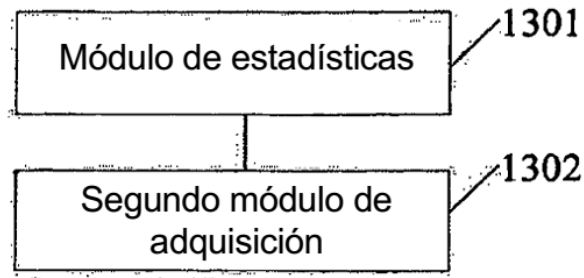


FIG. 13

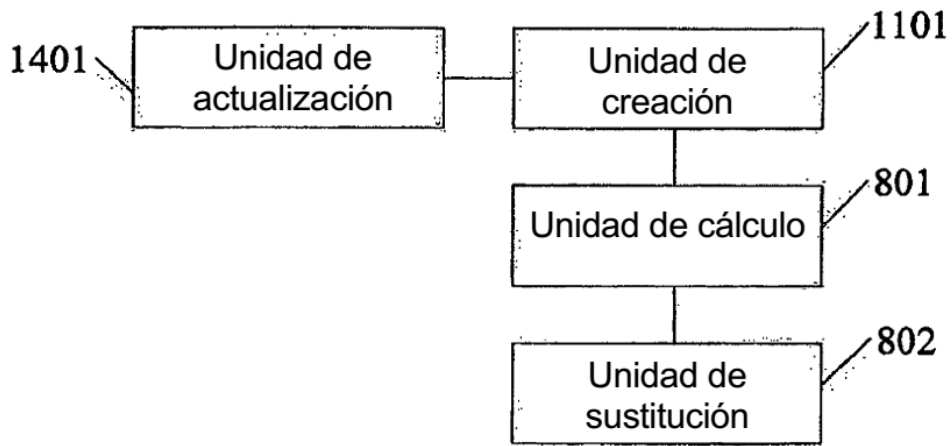


FIG. 14