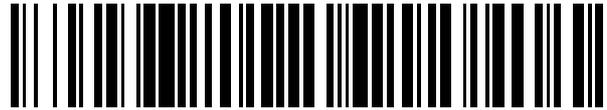


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 596**

51 Int. Cl.:

H04L 29/08 (2006.01)

H04L 29/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2012 E 12786978 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.08.2014 EP 2697955**

54 Título: **Método y dispositivo para la disposición de pares en redes superpuestas P2P de carga de secuencia única**

30 Prioridad:

18.11.2011 SE 1151097
18.11.2011 US 20111329981

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.11.2014

73 Titular/es:

PEERIALISM AB (100.0%)
P.O Box 5207
102 45 Stockholm , SE

72 Inventor/es:

EL-BELTAGY, MOHAMMED;
NAIEM, AMGAD y
EL-ANSARY, SAMEH

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 523 596 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 la disposición de pares en redes superpuestas P2P de carga de secuencia única

Campo técnico

La invención se refiere a un método y un dispositivo para disponer una red superpuesta P2P.

5 **Antecedentes**

10 Para la transmisión continua de vídeo en directo en un enfoque de cliente/servidor, la secuencia de vídeo se descarga desde el servidor de transmisión continua (es decir, la fuente) al cliente. Una secuencia de vídeo consiste en un conjunto de datos consecutivos que el cliente pide periódicamente para reproducir el vídeo. Un servicio escalable de transmisión continua en directo requiere un gran ancho de banda del servidor de transmisión continua, para satisfacer un número creciente de clientes en Internet. A fin de reducir los costes del servidor de transmisión continua, se ha desarrollado la transmisión continua en directo de par a par (P2P). El concepto básico de la transmisión continua en directo P2P es hacer que los clientes, denominados pares en este contexto, compartan la carga con el servidor de transmisión continua.

15 Los sistemas de transmisión continua en directo P2P han ganado muchos interés en los últimos años, ya que tienen la ventaja de permitir que una fuente de transmisión continua emita, por ejemplo, un acontecimiento de vídeo en directo, a un gran número de pares, sin tener que disponer todo el ancho de banda requerido. Esto se hace utilizando la capacidad de carga de los pares para ayudar a la fuente de transmisión al emitir el contenido a los pares.

20 Las redes P2P comprenden cualquier red compuesta por entidades que proporciona, cada una de ellas, acceso a una parte de sus recursos (por ejemplo, la capacidad de procesamiento, el almacenamiento en discos y/o el ancho de banda) para otras entidades. El concepto P2P difiere de las redes tradicionales basadas en la arquitectura de cliente/servidor, en las que una o más entidades (por ejemplo, ordenadores) están dedicadas a servir a las otras en la red. Típicamente, las entidades en una red P2P hacen correr protocolos y software de conexión de red similares. Las aplicaciones para redes P2P son numerosas y pueden comprender, por ejemplo, transportar y/o almacenar datos en Internet, tales como distribución de vídeo para propietarios de contenidos.

25 Se han desarrollado muchos enfoques para utilizar eficientemente la capacidad de carga de los pares. Estos enfoques se pueden dividir en dos categorías principales.

30 *Los sistemas con base de árbol* están basados en construir uno o más árboles estructurados en una red superpuesta en la que los pares en la parte superior de cada árbol alimentan a los pares por debajo de ellos. Este enfoque funciona bien cuando los pares no se unen o abandonan el sistema a alta frecuencia, ya que se consigue el flujo de datos sin ningún mensaje adicional entre los pares. No obstante, en un entorno de alta oscilación, puede ser muy costoso el mantenimiento del árbol y son necesarias a veces la destrucción y reconstrucción del árbol o árboles.

35 *Los sistemas con base de malla* no imponen una construcción en árbol, o en otras palabras; la conectividad entre pares no forma una superposición especificada, sino que los pares están conectados entre sí de manera no estructurada. Intercambian datos a través de la llamada comunicación social ("gossip") o enviándose mensajes de petición de datos entre sí. Una desventaja de los sistemas con base de malla es que pueden tener un tiempo de ajuste largo, ya que los nodos tienen que negociar entre sí para encontrar pares. No obstante, muchos sistemas utilizan el enfoque con base de malla, ya que es muy robusto para una alta oscilación. En sistemas de este tipo, cada par tiene varios vecinos desde los que descarga potencialmente y la avería de cualquier vecino no es así tan crítica como en enfoques con base de árbol.

40 En los enfoques con base de malla, aunque los pares individuales toman decisiones localmente sin una visión global, se puede seguir alcanzando ahorros comparables a los enfoques con base de árbol cuando se considera la oscilación entre pares, principalmente debido a que no tienen que llevar la pesada tara de mantener una visión de la estructura de conectividad global.

45 En un sistema con base de árbol, una secuencia de vídeo se puede dividir en varias subsecuencias o *franj*as. Por ejemplo, en vez de tener un par que descarga un contenido dado de datos desde un par vecino, puede descargar la mitad del contenido como una subsecuencia desde un primer par vecino y la otra mitad del contenido como una subsecuencia desde un segundo par vecino. Dicha división de contenido de datos en subsecuencias tiene la ventaja de que el sistema puede llegar a ser más resistente a las averías si se construye cuidadosamente la topología. Uno de los sistemas P2P conocidos que utilizan franjas para la transmisión continua de contenido de datos es *SplitStream*, en el que la topología está diseñada de manera que la avería de un único par da como resultado solamente la pérdida de una única franja entre sus pares de descarga. Si las subsecuencias están construidas utilizando esquemas que permiten redundancia, tales como el de Múltiples descriptores codificados (MDC) y el de Corrección de errores hacia delante (FEC), la pérdida de una única franja no causará una interrupción importante en la experiencia de visualización de un usuario final. Un problema asociado con el enfoque SplitStream es su relativa falta de flexibilidad al conectar pares en el sistema P2P.

La publicación "On the Feasibility of Centrally-Coordinated Peer-to-Peer Live Streaming", de Roberto Roverso et al., explora la coordinación central como un modo de gestionar las superposiciones de transmisión continua en directo P2P. Un elemento clave en la viabilidad del enfoque explorado es un motor de optimización casi en tiempo real para la selección de pares. La organización de pares de modo que permita una elevada utilización del ancho de banda, más una selección de pares optimizada basándose en múltiples factores de servicio, hace posible conseguir grandes ahorros de ancho de banda de las fuentes y proporcionan una experiencia de alta calidad para los usuarios.

Sumario

Un objeto de la presente invención es resolver o, por lo menos, mitigar estos problemas en la técnica.

Este objeto se consigue en un primer aspecto de la presente invención mediante un método para disponer una red superpuesta P2P que comprende una fuente de transmisión continua y una pluralidad de pares dispuestos en capas de distribución, estando la fuente de transmisión continua dispuesta para dividir un contenido de datos, a transmitir continuamente, en una pluralidad de subsecuencias de contenidos que forman juntas el contenido de datos y para distribuir la pluralidad de subsecuencias de contenidos a los pares de red. El método comprende las etapas de determinar en cuál de las capas de distribución ha de ser dispuesto un par individual y agrupar los pares en varios conjuntos de pares, estando agrupado cada conjunto de pares para comprender pares de la misma capa de distribución y estando dispuesto además para ser responsable de distribuir una subsecuencia de contenidos respectiva. Además, se asigna a cada conjunto de pares la tarea de distribuir dicha subsecuencia de contenidos respectiva a los pares de otros conjuntos de pares dispuestos en la misma capa de distribución y a los pares dispuestos en una capa inmediatamente posterior, que pertenecen además a un conjunto de pares que es responsable de la respectiva subsecuencia distribuida.

Este objeto se consigue en un segundo aspecto de la presente invención mediante un dispositivo para disponer una red superpuesta P2P que comprende una fuente de transmisión continua y una pluralidad de pares dispuestos en capas de distribución, estando la fuente de transmisión continua dispuesta para dividir el contenido de datos, a transmitir continuamente, en una pluralidad de subsecuencias de contenidos que forman juntas el contenido de datos y para distribuir la pluralidad de subsecuencias de contenidos a los pares de red. El dispositivo comprende una unidad de procesamiento que está dispuesta para determinar en cuál de las capas de distribución ha de ser dispuesto un par individual, y agrupar los pares en varios conjuntos de pares, estando agrupado cada conjunto de pares para comprender pares de la misma capa de distribución y estando dispuesto además para ser responsable de distribuir una subsecuencia de contenidos respectiva. Además, la unidad de procesamiento está dispuesta para asignar a cada conjunto de pares la tarea de distribuir dicha subsecuencia de contenidos respectiva a los pares de otros conjuntos de pares dispuestos en la misma capa de distribución y a los pares dispuestos en una capa de distribución inmediatamente posterior que pertenece además a un conjunto de pares que es responsable de la respectiva subsecuencia de contenidos distribuida.

Por consiguiente, la presente invención conecta ventajosamente pares entre sí en una red superpuesta P2P de manera que aprovecha eficientemente todo el ancho de banda disponible para los pares, mientras que al mismo tiempo dispone los pares en una superposición que es resistente a las averías. Dividiendo el contenido de datos en varias subsecuencias/franjas, se permite que los pares carguen un subconjunto de la secuencia del contenido de datos, incluso si el ancho de banda de carga de los pares es menor que el régimen de transmisión continua de reproducción. La presente invención facilita una mejor utilización de la red P2P -al restringir a los pares a que descarguen una subsecuencia individual desde la capa de distribución inmediatamente anterior, mientras descargan las subsecuencias restantes que forman el contenido de datos distribuido mediante la fuente de transmisión continua desde pares de otro conjunto de pares en la misma capa- porque se permite la construcción de múltiples árboles en los que dos pares pueden cargar y descargar entre sí al mismo tiempo. Además, la red P2P llega a ser altamente resistente a las averías, en particular si se utilizan algoritmos de corrección de errores, tales como el MDC y/o el FEC, ya que se puede generar una subsecuencia perdida a partir de las subsecuencias restantes. Por consiguiente, si falla cualquier par en la red, los otros pares que descargan desde el par de fallo no se verán afectados, ya que dependen del par de fallo solamente en una subsecuencia y pueden generar la subsecuencia perdida a partir de las subsecuencias restantes hasta que se emprende el mantenimiento superpuesto y se tiene cuidado de las averías. El mantenimiento superpuesto se realiza periódicamente y en la práctica, la red superpuesta se reconstruye a partir de las capas superiores, es decir, las más próximas a la fuente de transmisión continua, y se añaden pares a las capas inferiores, mientras que se mantienen las restricciones del sistema.

En una realización de la presente invención, se dan instrucciones a la fuente de transmisión continua para que distribuya las diferentes subsecuencias de contenidos, en un número sustancialmente igual, a la capa de distribución que está dispuesta más próxima a la fuente de transmisión continua. Se debe señalar que esta restricción puede estar programada en la fuente de transmisión continua de manera que se adapte siempre a la misma. Por consiguiente, puede que no sea necesario dar instrucciones a la fuente de transmisión continua para que distribuya uniformemente las subsecuencias cada vez que se emprende el mantenimiento superpuesto. En una realización adicional, se dan instrucciones asimismo a los pares de cada capa de distribución para que distribuyan las diferentes subsecuencias de contenidos en un número sustancialmente igual. Ventajosamente, distribuyendo la capacidad de carga de la fuente de transmisión continua más o menos uniformemente sobre todas las subsecuencias, es decir, haciendo que la capa de distribución más próxima a la fuente reciba un número igual de cada subsecuencia

individual, en la que cada subsecuencia individual sea recibida solamente por el conjunto de pares responsable de cargar esta franja (y de tener una distribución uniforme de la capacidad de carga del par para cada subsecuencia), ninguna subsecuencia individual se quedará sin elementos cargadores disponibles antes que el resto de las subsecuencias.

5 En una realización adicional de la presente invención, se determina para cada capa de distribución, partiendo de la capa que está dispuesta más próxima a la fuente de transmisión continua, el número máximo de subsecuencias que se pueden distribuir a los pares a disponer en una capa de distribución individual como la suma del número de subsecuencias que se pueden distribuir desde dicha capa de distribución individual y del número de subsecuencias que se pueden distribuir desde la capa de distribución inmediatamente anterior. Después de ello, los pares se disponen en las capas de distribución hasta que todos los pares se hayan asignado a una capa de distribución respectiva. Esto tiene la ventaja de que se puede aumentar o incluso maximizar el número de fuentes de carga para cada par de descarga. Una ventaja adicional es que se toman en consideración posibles variaciones del ancho de banda de carga de los pares. Por consiguiente, cuando se disponen los pares en la red superpuesta P2P, se tiene en cuenta el ancho de banda individual de cada par.

10
15 Incluso en otra realización de la presente invención, el número máximo de subsecuencias que se pueden distribuir a los pares a disponer en una capa de distribución individual se ajusta para que sea igual al número de subsecuencias que se pueden distribuir desde la capa de distribución inmediatamente anterior, en caso de que la suma mencionada previamente exceda el número de subsecuencias que se pueden distribuir desde la capa de distribución inmediatamente anterior. Esto es ventajoso porque se asegura que no se disponen más pares en una capa dada que los puestos ("seats") que existen en la capa que la precede.

20 En una realización adicional de la presente invención, se emprende la conectividad entre pares porque se dan instrucciones a cada par en el conjunto de pares respectivo para que descargue su subsecuencia de contenidos respectiva desde un par en una capa de distribución inmediatamente anterior y para que descargue subsecuencias restantes de contenidos desde pares de los otros conjuntos de pares dispuestos en la misma capa.

25 En otra realización adicional de la presente invención, dar instrucciones a cada par en el conjunto de pares respectivo sobre qué subsecuencia de contenidos particular descargar se puede mejorar más porque se determina, para cada conjunto de pares en la capa de distribución inmediatamente anterior con respecto al par que ha recibido instrucciones, el número de subsecuencias que el conjunto de pares respectivo es capaz de distribuir. Después de ello, la subsecuencia de contenidos particular se selecciona para su descarga desde el conjunto de pares que tiene la mínima capacidad de distribución determinada. Ventajosamente, la subsecuencia que tiene la mínima cantidad de puestos de carga se selecciona para distribuir la capacidad de carga de los pares uniformemente entre las subsecuencias de contenidos en la red.

30 Incluso en otra realización de la presente invención, se asigna a, por lo menos, un par seleccionado la tarea de distribuir, en caso de que dicho por lo menos un par seleccionado tenga capacidad de distribución sin utilizar, la subsecuencia de contenidos respectiva de la que es responsable a, por lo menos, un par dispuesto en una capa inmediatamente posterior que requiere la subsecuencia de contenidos particular, pero que es responsable de una subsecuencia diferente. Por consiguiente, esta carga se realiza incluso aunque los dos pares no sean responsables de la misma subsecuencia. De manera ventajosa, se usa la capacidad sin utilizar de los pares en la capa anterior, que es ventajosamente un enfoque eficaz del contenido de datos de transmisión continua. Además, se reduce el número de radioenlaces, ya que el par en la capa posterior no tiene que descargar la subsecuencia requerida desde otro par en la misma capa, lo que se traduce directamente en un retardo de reproducción más pequeño. Finalmente, este enfoque libera capacidad que se habría utilizado de otro modo desde la capa posterior para distribuir la subsecuencia particular. Se debe señalar que este enfoque, en la práctica, se utiliza de modo relativamente infrecuente; de manera usual no para más de una pareja de pares por capa, en una capa que contiene cientos o miles de pares.

35 En otra realización de la presente invención, se asigna a, por lo menos, un par seleccionado la tarea de distribuir, por lo menos, una subsecuencia de contenidos de la que no es responsable pero que ha descargado a, por lo menos, un par dispuesto en la misma capa de distribución que requiere dicha por lo menos una subsecuencia de contenidos, en caso de que dicho por lo menos un par dispuesto en la misma capa de distribución tuviera de otro modo que descargar la subsecuencia de contenidos requerida desde la fuente de transmisión continua. Por consiguiente, es más ventajoso, desde un punto de vista de la utilización del ancho de banda, descargar una subsecuencia requerida desde otro par -incluso aunque ese par particular no pertenezca a un conjunto de pares que es responsable de la subsecuencia requerida- que soportar la fuente de transmisión continua con la descarga. Como en el caso de la realización descrita previamente, este es un enfoque relativamente inusual dado el número total de asignaciones de pares en una red superpuesta P2P.

40 Se señala que la invención se refiere a todas las combinaciones posibles de características enumeradas en las reivindicaciones. Las características adicionales, y las ventajas, de la presente invención resultarán evidentes cuando se estudien las reivindicaciones adjuntas y la descripción siguiente. Los expertos en la técnica se darán cuenta de que se pueden combinar diferentes características de la presente invención para crear realizaciones distintas de las descritas en lo que sigue.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describe a continuación, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

- la figura 1 ilustra una red P2P de la técnica anterior, con una superposición en árbol único;
- 5 la figura 2 muestra la red P2P de la figura 1, pero en la que se utiliza un enfoque de construcción superpuesta SplitStream;
- la figura 3 ilustra la red P2P expuesta en las figuras 1 y 2, pero en la que los pares se han dispuesto en una red superpuesta de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la figura 4a muestra una red P2P en la que se puede implementar la presente invención;
- 10 la figura 4b ilustra un método para disponer una red superpuesta P2P según una realización de la presente invención;
- la figura 5 ilustra pares dispuestos en una red superpuesta P2P según una realización de la presente invención;
- la figura 6 ilustra pares a asignar en una red superpuesta P2P;
- la figura 7 ilustra una asignación de pares según una realización de la presente invención;
- 15 la figura 8 ilustra una asignación de pares según una realización adicional de la presente invención;
- la figura 9 ilustra una asignación de pares según otra realización adicional de la presente invención; y
- la figura 10 ilustra una asignación de pares según otra realización adicional más de la presente invención.

Descripción detallada

20 A continuación, la invención se describirá más completamente con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que se muestran ciertas realizaciones de la invención. Esta invención se puede llevar a cabo, no obstante, de muchas formas diferentes y no se debe interpretar como que está limitada a las realizaciones expuestas en esta memoria; más bien, dichas realizaciones se proporcionan a título de ejemplo, de manera que esta descripción sea a fondo y completa, y exprese cumplidamente el alcance de la invención a los expertos en la técnica.

25 La figura 1 ejemplifica una red P2P de la técnica anterior con una superposición en árbol único. Como se puede ver, los pares están dispuestos en filas o *capas de distribución*. Por consiguiente, dos pares están dispuestos en la capa de distribución 1, es decir, la capa más próxima a la fuente de transmisión continua S, cuatro pares están dispuestos en la capa de distribución 2 y ocho pares están dispuestos en la capa de distribución 3. Para ilustrar, la fuente de transmisión continua S distribuye un contenido dado de datos al par P1, que distribuye, a su vez, el contenido de datos a los pares P3 y P4. Finalmente, el par P3 distribuye el contenido dado de datos a ambos pares P7 y P8, mientras que el par P4 distribuye el contenido de datos a los pares P9 y P10. Un inconveniente con la superposición en árbol único de la figura 1 es que los pares en la última fila están inactivos y no se utiliza su capacidad de carga. Este es un enfoque ineficaz, que conduce a una carga mayor sobre los pares restantes y la fuente de transmisión continua.

35 La figura 2 muestra la red P2P de la figura 1, pero en la que se utiliza el enfoque de la construcción superpuesta SplitStream. La ventaja principal de este enfoque es la utilización del ancho de banda de carga de todos los pares en la red. No obstante, en comparación con la construcción superpuesta de la figura 1, el enfoque SplitStream puede tener el efecto de que algunos de los pares que estaban próximos a la fuente S, en este caso están más lejos de la fuente desde el punto de vista de las capas de distribución (es decir, tendrán un retardo de reproducción más grande), mientras que otros pares que estaban más lejos de la fuente, en este caso están más próximos. No obstante, no aumentará el número de capas de distribución de la fuente de transmisión continua. Como se ha mencionado previamente, este enfoque utiliza subsecuencias, denominadas asimismo franjas. Por consiguiente, una secuencia está dividida en varias subsecuencias denominadas a veces franjas. Por ejemplo, si el régimen de secuencias es 1 Mbps y se utilizan 4 franjas, cada franja constituiría una subsecuencia de 256 kbps. Dado un par con una capacidad de carga de 1,5 Mbps que distribuye datos a otros seis pares con una capacidad máxima de carga de 256 kbps, se dice que este par tiene seis "puestos", ya que puede cargar seis franjas simultáneamente a otros pares con un ancho de banda de carga predeterminado. Dicha división de ancho de banda y puestos se realiza de manera que un dispositivo de disposición de pares en la red superpuesta P2P está provisto de un modelo sencillo de las capacidades de ancho de banda/carga de los pares. En el caso en el que se dispersen datos de una secuencia original por varias subsecuencias, en el que ninguna de las subsecuencias comprende datos de solapamiento, cada par tiene que estar descargando todas las subsecuencias para ser capaz de reconstruir completamente la secuencia original. Un sistema de este tipo aprovecha más eficazmente la capacidad de todos y cada uno de los pares en la red.

En la figura 2, la secuencia original está dividida en dos franjas, en la que la franja 1 se indica por medio de líneas continuas y la franja 2 se indica por medio de líneas de trazos. Se puede ver que cada par descarga tanto la franja 1 como la franja 2 de manera que se puede reconstruir la secuencia original. Desde el punto de vista del retardo de reproducción, se considera lo siguiente: para los pares P1 y P2 en la figura 1, el retardo para reproducir un contenido con respecto al punto de reproducción en tiempo real de la fuente es T, el retardo para P3-P6 es 2xT y el retardo para P7-P14 es 3xT, y así sucesivamente.

Suponiendo que el ancho de banda de cada par en la figura 2 es el mismo que el de la figura 1, la franja 1 se cargará a P1 desde la fuente de transmisión continua S en T, pero la franja 2, por otro lado, se cargará a P1 a través de P11 y P3. Dado que el contenido de la figura 1 corresponde a una concatenación de la franja 1 y la franja 2 en la figura 2, el retardo para P1 ascendería así a 3T para el mismo contenido. Se puede hacer un razonamiento análogo para P2. Por otro lado, en caso de, por ejemplo, P6, la franja 1 se cargará desde S a través de P1 en el tiempo T + T = 2T, y la franja 2 se cargará a través de P11 y P6 en el tiempo T + T (dado que P6 tiene la capacidad para cargar simultáneamente la franja 1 desde P1 y la franja 2 desde P11). De esta manera, se necesitará 2T para cargar la franja 1 + la franja 2. El retardo para P6 ascendería así a T para el mismo contenido. Por consiguiente, cuando se compara la superposición de la figura 2 con la de la figura 1, P1 experimentará un retardo más largo que P6.

No obstante, ya que todos los pares en la superposición de la figura 2 son capaces de distribuir el contenido de datos, se aumentarán los ahorros de ancho de banda de las fuentes de transmisión continua. La implementación de este enfoque requiere, no obstante, una implementación de Tabla hash distribuida (DHT), que añade una carga adicional y requiere un procesamiento para conseguir un equilibrado de carga y un alto rendimiento en la red. Además, el enfoque SplitStream no gestiona el ancho de banda variable entre pares y supone así que todos los pares en la red tienen el mismo ancho de banda de carga.

La figura 3 ilustra la red P2P expuesta en las figuras 1 y 2, pero en la que los pares se han dispuesto en una red superpuesta de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se ha mencionado previamente, una ventaja principal de la construcción superpuesta de las realizaciones del método de la presente invención es que, además de utilizar el ancho de banda de carga de todos los pares en la red, se minimiza, o por lo menos se reduce, el número de capas de distribución, porque toda la capacidad de carga se utiliza para los pares dispuestos más próximos a la fuente de transmisión continua. Por consiguiente, se reduce el número medio de radioenlaces desde la fuente de transmisión continua hasta los pares, lo que se traduce directamente en retardos de reproducción más pequeños. Por consiguiente, si se compara con las superposiciones de red ilustradas en las figuras 1 y 2, la superposición de red creada por medio de la presente invención utiliza el ancho de banda para los pares de manera eficaz, así como reduce el retardo de reproducción.

Cuando la red superpuesta P2P está operativa y funcionando, como se muestra en la figura 3, los pares y la fuente de transmisión continua desempeñan un papel activo, mientras que un dispositivo conocido como *seguidor* (no mostrado en la figura 3) es más pasivo. No obstante, cuando se ha de establecer inicialmente una superposición, o en caso de, por ejemplo, una avería del par, o si hay pares que abandonan la red y entran nuevos pares, etc., el seguidor es el componente clave de la red. Como se ha mencionado previamente, el mantenimiento superpuesto se realiza periódicamente y en la práctica, la red superpuesta se reconstruye a partir de las capas superiores, es decir, las más próximas a la fuente de transmisión continua, y se añaden pares a las capas inferiores, mientras que se mantienen las restricciones del sistema. Esto lo efectúa el seguidor.

La figura 4a muestra una red P2P en la que se puede implementar la presente invención. Una pluralidad de pares $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ han de ser dispuestos en una superposición (por ejemplo, como se ilustra en la figura 3) mediante el seguidor 41, con el que los pares están en comunicación a través de una interfaz 42. Además, el seguidor es capaz de comunicarse con una fuente o fuentes de transmisión continua 44, que provee a los pares del contenido de datos. Por ejemplo, el seguidor puede necesitar información sobre la capacidad de transmisión continua de la fuente, y el seguidor puede que tenga que enviar instrucciones a la fuente sobre cómo distribuir el contenido de datos a los pares en la capa de distribución situada más próxima a la fuente. El seguidor 41 es típicamente un dispositivo con capacidad informática facilitada por un microprocesador o microprocesadores 43. Generalmente, el seguidor está implementado como un ordenador que ejecuta un software apropiado que está almacenado en una memoria asociada para procurar la funcionalidad requerida. No obstante, se podrían utilizar otros dispositivos adecuados con capacidades informáticas, por ejemplo, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una disposición de puertos programables de campo (FPGA), un dispositivo lógico programable complejo (CPLD), etc., a fin de controlar un sistema P2P y disponer una superposición de acuerdo con la presente invención, al tiempo que ejecuta el software descargable apropiado que está almacenado en una zona de almacenamiento adecuada, tal como una RAM, una memoria flash o un disco duro. En la red P2P, el seguidor 41 recibe información de los pares de unión y existentes $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$, por ejemplo la capacidad del ancho de banda de cada par, y determina en qué capa de distribución ha de ser dispuesto un par de unión, o a qué capa se ha de transferir un par existente. Con este propósito, el seguidor puede enviar a cada par una lista de otros pares con los que puede conectar el par. De este modo, se crea una estructura superpuesta P2P completa.

Con referencia adicional a la figura 4b, en una realización de la presente invención, el seguidor 41 de la figura 4a determina, en una primera etapa S401, en cuál de las capas de distribución r_i ha de ser dispuesto un par individual.

Entonces, para cada capa de distribución r_i , los pares están en la etapa S402 agrupados en un número h de conjuntos indicados como $\psi(r_i, k)$, en el que k pertenece a $\{1, \dots, h\}$ para toda k . Por consiguiente, en el conjunto $\psi(r_i, k)$, los pares son responsables de cargar la subsecuencia k a los pares en la capa r_{i+1} inmediatamente posterior, así como a los de la misma capa r_i . Por consiguiente, cada conjunto de pares individual en una cierta capa es responsable de distribuir una cierta subsecuencia. El seguidor asigna esta tarea a los pares en la etapa S403 a fin de que dichos pares se adapten a esta restricción.

Posteriormente, el seguidor efectúa la conectividad entre pares de manera que cada par en el conjunto $\psi(r_i, k)$ recibe la subsecuencia k desde los pares $\psi(r_{i-1}, k)$ responsables de esa subsecuencia particular en la capa inmediatamente anterior y recibe además cualquier otra subsecuencia k' desde los pares $\psi(r_i, k')$ responsables de la subsecuencia k' en la misma capa. Por consiguiente, el seguidor da instrucciones a cada par en el conjunto de pares respectivo para que descargue una de las subsecuencias de contenidos desde un par en una capa de distribución inmediatamente anterior y para que descargue subsecuencias restantes de contenidos desde pares de otro conjunto de pares dispuesto en la misma capa.

Como se ha descrito con anterioridad, ya que los pares en el conjunto $\psi(r_i, k)$ son responsables de cargar la subsecuencia k a los pares en la misma capa r_i , así como a los pares $\psi(r_{i+1}, k)$ seleccionados en la capa inmediatamente posterior, las capas en la red superpuesta están construidas en una realización de la invención de manera que la suma de la capacidad de carga de los pares en el conjunto $\psi(r_i, k)$ debe ser, por lo menos, igual a $|\psi(r_{i+1} + k)| + \sum_{k', k' \neq k} |\psi(r_{i+1}, k')|$.

Esto se ilustra en la figura 5, en la que los pares en el conjunto $\psi(r_i, 1)$ cargan la subsecuencia 1 a los pares en el conjunto $\psi(r_i, 2)$, $\psi(r_i, 3)$ y $\psi(r_{i+1}, 1)$. Además, los pares en el conjunto $\psi(r_i, 2)$ cargarán la subsecuencia 2 a los pares en el conjunto $\psi(r_i, 1)$, $\psi(r_i, 3)$ y $\psi(r_{i+1}, 2)$, mientras que los pares en el conjunto $\psi(r_i, 3)$ cargarán la subsecuencia 3 a los pares en el conjunto $\psi(r_i, 1)$, $\psi(r_i, 2)$ y $\psi(r_{i+1}, 3)$.

A fin de tener en cuenta posibles variaciones del ancho de banda de carga de los pares, se define el ancho de banda para los pares. En la red P2P, están conectados un número total U de pares. Cada par u que pertenece a U tiene una capacidad $c_i(u)$ de ancho de banda de descarga y una capacidad $c_o(u)$ de ancho de banda de carga. Se supone que $c_i(u)$ es siempre igual o mayor que el régimen de transmisión continua de reproducción ω para el contenido de datos que se transmite continuamente desde la fuente. Si fuera menos, no sería posible la reproducción. Por ello, cada par es capaz de cargar el siguiente número de subsecuencias:

$$s_o(u) = \left\lceil \frac{c_o(u)h}{\omega\alpha} \right\rceil \quad (1)$$

en la que α es el llamado factor de la descarga con respecto al régimen de transmisión continua de reproducción. Valores más altos de α implican que un par de descarga será capaz de llenar más rápido su memoria intermedia de reproducción. Como se ha mencionado previamente, el número de subsecuencias $s_o(u)$ que puede cargar un par se denomina la capacidad de conseguir puestos del par u . En otras palabras, el par u tiene $s_o(u)$ puestos disponibles para su descarga.

Cada capa r_i contiene una pluralidad $P(r_i)$ de pares, mientras que la primera capa r_0 contiene la fuente o fuentes de transmisión continua. De acuerdo con una realización de la presente invención, un par dado en la fila r_i para $i > 0$ puede descargar subsecuencias desde:

- pares $P(r_{i-1})$ en la capa de distribución inmediatamente anterior, o
- pares $P(r_i)$ en su propia capa.

Cada capa tiene $s_a(r_i)$ puestos disponibles que pueden ser utilizados por $P(r_{i+1})$ pares para descargar subsecuencias. La disponibilidad de puestos dentro de la capa i ésima se calcula como:

$$s_a(r_i) = \sum_{u' \in P(r_i)} s_o(u') + s_a(r_{i-1}) - |P(r_i)|h. \quad (2)$$

Por consiguiente, el seguidor comienza desde la capa r_0 (es decir, la capa de distribución que alberga la fuente o fuentes de transmisión continua) y calcula el número máximo n de pares que se pueden fijar a la capa r_0 , según:

$$n = \min \left\{ \max \left\{ k : \underbrace{\sum_{j=c}^{c+k} s_o(u_j)}_{\text{oferta}} + \underbrace{s_a(r_{i-1})}_{\text{puestos desde la capa anterior}} \geq \underbrace{kh}_{\text{demanda}}, s_a(r_{i-1}) \right\} \right\}, \quad (3)$$

en la que el seguidor tiene por objetivo encontrar el número máximo de pares que los puestos libres pueden disponer en la capa por encima del mismo, así como los puestos dentro de la propia capa.

En otras palabras, el seguidor determina -para cada capa de distribución, partiendo de la capa que alberga la fuente de transmisión continua- el número máximo de subsecuencias que se pueden distribuir a los pares a disponer en una capa de distribución dada como la suma del número de subsecuencias que se pueden distribuir desde la capa de distribución dada y del número de subsecuencias que se pueden distribuir desde la capa de distribución inmediatamente anterior. Después de ello, el seguidor dispone los pares en la capas de distribución hasta que todos los pares se hayan asignado a una capa de distribución respectiva.

Se ha mencionado con anterioridad que el seguidor puede enviar a un par una lista de otros pares a los que se puede conectar. No obstante, se ha de señalar que los pares asignados a la capa de distribución que está dispuesta más próxima a la fuente de transmisión continua reciben instrucciones para conectarse a la fuente de transmisión continua, y a, por lo menos, otro par que está dispuesto en la misma capa de distribución, pero que pertenece a otro conjunto de pares, para que descargue las subsecuencias de contenidos.

Los pares están limitados en su capacidad para intercambiar subsecuencias por su capacidad de carga $s_o(u)$, que podría ser, por supuesto, un factor limitativo al determinar el número $P(r_i)$ de pares en una capa. No obstante, una característica de las realizaciones de la presente invención es que cada par $P(r_i)$ debería ser capaz de descargar, por lo menos, una subsecuencia desde la capa que le precede inmediatamente. Por consiguiente, existe un límite superior en el número de pares que pueden descargar desde la capa r_{i+1} , que está estipulado por $s_a(r_i)$. Es decir, $P(r_{i+1}) \leq s_a(r_i)$, o en otras palabras: el seguidor no puede disponer más pares en una capa dada que los puestos que existen en la capa que le precede. Por lo tanto, en una realización de la presente invención, si la suma de la Ecuación 3 -para la que el seguidor intenta encontrar un máximo- excede el número de subsecuencias que se pueden distribuir desde la capa de distribución inmediatamente anterior, el número máximo de subsecuencias que se pueden distribuir a los pares en una capa de distribución dada se ajustará para que sea igual al número de subsecuencias que se pueden distribuir desde la capa de distribución inmediatamente anterior. El seguidor termina el procedimiento cuando todos los pares se han asignado a capas, o cuando la capacidad de carga $s_a(r_i)$ por filas disminuye hasta un punto en el que no se puede proporcionar un único par.

En una realización de la presente invención, se puede mejorar más dar instrucciones a cada par en el conjunto de pares respectivo sobre qué subsecuencia de contenidos particular descargar. En esta realización, el seguidor realiza un bucle sobre todas las capas que contienen pares de descarga, partiendo de la capa más próxima a la fuente de transmisión continua. Cada par en la capa actual se asigna para que descargue una subsecuencia k particular desde un par en la capa inmediatamente anterior, cuyo par está incluido en el conjunto de pares $\psi(r_i, k)$. Para cada fila r_i y cada subsecuencia k , se define el número total $\rho(r_i, k)$ de subsecuencias que los pares en el conjunto $\psi(r_i, k)$ es capaz de cargar.

El seguidor selecciona la "mejor" subsecuencia k para que la descargue un par según:

$$k = \arg \min_{l \in \{0, \dots, h-1\}} \{ \rho(r_i, l) + \rho(r_{i-1}, l) \mid \rho(r_{i-1}, l) > 0 \} \quad (4)$$

Por consiguiente, el seguidor selecciona para su descarga la subsecuencia que tiene la mínima cantidad de puestos de carga, a fin de distribuir la capacidad de carga de los pares uniformemente entre las h subsecuencias en la red. Por consiguiente, en esta realización, el seguidor determina, para cada conjunto de pares en la capa de distribución inmediatamente anterior con respecto al par que ha recibido instrucciones para que descargue una subsecuencia de contenidos particular, el número de subsecuencias que el conjunto de pares respectivo es capaz de distribuir. Después de ello, el seguidor selecciona una de las subsecuencias individuales de contenidos para su descarga desde el conjunto de pares que tiene la mínima capacidad de distribución determinada.

Se debe señalar que el seguidor puede asignar a los pares la tarea de distribuir, en caso de que los pares tengan capacidad de distribución sin utilizar, la subsecuencia de contenidos respectiva, de la que son responsables estos pares, a uno o más pares distintos dispuestos en una capa inmediatamente posterior que requieren la subsecuencia de contenidos particular, pero de la que son responsables otros pares, una subsecuencia diferente, a fin de aprovechar la capacidad sin utilizar de los pares a los que se ha asignado la tarea.

Se debería señalar además que el seguidor puede asignar a los pares la tarea de distribuir una o más subsecuencias de contenidos, de la que *no* es responsable (pero que ha descargado), a otros pares en la misma capa de distribución que requieren la subsecuencia o subsecuencias de contenidos, en caso de que estos otros pares tuvieran que descargar de otro modo la subsecuencia de contenidos requerida desde la fuente de transmisión continua. Por consiguiente, es más ventajoso, desde un punto de vista de la utilización del ancho de banda, descargar una subsecuencia requerida desde otro par -incluso aunque ese par particular no pertenezca a un conjunto de pares que es responsable de la subsecuencia requerida- que soportar la fuente de transmisión continua con la descarga.

Ambas prácticas se utilizan de modo relativamente infrecuente dado el número total de asignaciones de pares en

una red superpuesta P2P. Usualmente, estos tipos de asignaciones se utilizan solamente para un pequeño porcentaje de los pares de una capa (esto excederá rara vez el 1% en una capa que contiene típicamente cientos o miles de pares).

En una realización adicional de la presente invención, se mejora más la asignación de pares aprovechando un enfoque de asignación por suma lineal. La asignación de pares a puestos -es decir, la asignación de un par a (a) un par en la capa inmediatamente posterior y/o (b) a un par en la misma capa- se puede modelar por consiguiente como un Problema de asignación por suma lineal (LSAP) mediante el seguidor. Se tiene que resolver un ejemplo de un LSAP para cada dos capas de distribución consecutivas. Un algoritmo bien conocido y utilizado a menudo para resolver un LSAP es, por ejemplo, el algoritmo de subasta. La atribución de subsecuencias a los pares se realiza de una manera como para impedir que se presente una situación en la que no hay pares de carga disponibles que proporcionen una subsecuencia a un par que la necesita. Además, el LSAP permite la optimización de la conectividad entre pares con respecto a alguna métrica específica predeterminada tal como la proximidad de la red (que afecta a la latencia) y la conectividad NAT (que puede imponer restricciones del flujo de datos sobre los pares).

En este contexto, una petición desde un par u para descargar una única subsecuencia k desde cualquier puesto dado está definida como d_{uk} . La asignación de pares a puestos de acuerdo con esta realización de la presente invención la lleva a cabo el seguidor en cuatro etapas diferentes, haciendo referencia a las figuras 6-10. Como se ha mencionado con anterioridad, para cada dos capas de distribución r_i y r_{i+1} consecutivas, partiendo de $i = 0$ y finalizando en la última capa, se resuelve un LSAP, dando como resultado una optimización de la asignación de pares a puestos. Por consiguiente, se emprende un procedimiento de optimización entre un conjunto de pares $P(r_{i+1})$ en la capa de distribución r_{i+1} y entre un conjunto correspondiente de puestos de carga $s_a(r_i)$ en la capa de distribución r_i inmediatamente anterior, según una métrica predeterminada. Cada asignación potencial de un par a un puesto está asociada con un valor que representa una medida de la calidad de la métrica predeterminada, es decir, el valor indica cómo es de "satisfactorio" el modo en que una conexión proporciona la métrica predeterminada. El objetivo del LSAP es asignar cada par a un puesto con un valor de asignación máximo.

La figura 6 ilustra una sección secundaria de una red superpuesta P2P con cuatro pares en una primera capa r_i y siete pares en una segunda capa r_{i+1} posterior. Además, se han de cargar dos subsecuencias diferentes. Por consiguiente, cada par requiere dos subsecuencias para reconstruir completamente el contenido de datos transmitidos continuamente mediante una fuente. De acuerdo con realizaciones de la presente invención, se permite que un par cargue una subsecuencia a otro par en una capa inmediatamente posterior, en caso de que los dos pares pertenezcan a un conjunto respectivo que es responsable de la misma subsecuencia. En la figura 6, los pares en la segunda capa no se han asignado todavía a puestos. Los números 1 y 2 en los pares indican la subsecuencia respectiva de la que cada par será responsable de cargar. Con fines ilustrativos, la subsecuencia 1 se indica en blanco en los pares, mientras que la subsecuencia 2 se indica en negro. Las líneas de trazos indican la asignación posible de pares en la segunda capa a puestos en la primera capa, para descargar la subsecuencia 1, mientras que las líneas de puntos indican la asignación posible de pares en la segunda capa a puestos en la primera capa, para descargar la subsecuencia 2.

En una primera etapa, cada par u en $\psi(r_{i+1}, k)$ realiza una petición d_{uk} para una única subsecuencia. Los puestos de carga son los puestos disponibles $s_a(u)$ para cada par u en $\psi(r_{i+1}, k)$. Esto se repite para $\forall k \in \{1, \dots, h\}$. Como ejemplo, el par más a la izquierda en la capa r_{i+1} puede descargar la subsecuencia 2 desde el segundo o cuarto par comenzando por la izquierda en la capa r_i . Esto es solamente con fines ilustrativos; en la práctica, un par puede tener cientos e incluso miles de pares de carga potenciales para una subsecuencia deseada. Por consiguiente, se formula una LSAP en base a una métrica predeterminada, como se ha descrito en lo anterior, y se consigue un valor de asignación como consecuencia de lo mismo.

Con referencia a la figura 7, las asignaciones realizadas en la primera etapa se ilustran por medio de líneas continuas. Por ejemplo, se ilustra que el LSAP y el valor de asignación asociado recomiendan la descarga de la subsecuencia 2 desde el segundo par comenzando por la izquierda en la capa r_i para el par más a la izquierda en la segunda capa r_{i+1} . Además, se puede presentar una situación en la que un par tiene libre capacidad después de que se haya emprendido la asignación de pares. En este ejemplo particular, el par más a la derecha en la primera capa tiene capacidad para cargar una subsecuencia adicional, y no se debería desaprovechar, por último, alguna capacidad libre en la red superpuesta P2P. Por consiguiente, si se presenta esta situación, en una realización de la presente invención, una subsecuencia se puede cargar mediante un par dispuesto en la capa r_i a un par de una capa r_{i+1} posterior, incluso aunque los dos pares no sean responsables de cargar la misma subsecuencia. En la figura 7, la asignación posible de pares al puesto libre mantenido por el par más a la derecha en la capa r_i se indica por medio de las cuatro líneas de trazos.

En una segunda etapa, cada par u en $P(r_{i+1})$ realiza una petición d_{uk} para cada subsecuencia k única que está sin asignar para ese par. Los puestos de carga son todos los puestos disponibles $s_a(u)$ para cada par u en $P(r_i)$. Por consiguiente, se formula una LSAP en base a la métrica predeterminada, y el valor de asignación conseguido como consecuencia de lo mismo indica, con referencia a la figura 8, que el par más a la derecha en la capa r_i cargará la subsecuencia 2 al par más a la derecha en la capa r_{i+1} . Por consiguiente, esta carga se realiza incluso aunque los dos pares no sean responsables de la misma subsecuencia. No obstante, los pares dispuestos en la primera capa

ya no tienen ninguna capacidad sin utilizar, lo que es ventajosamente un enfoque eficaz de transmisión continua de contenido de datos. Además, el número de radioenlaces se reduce para el par más a la derecha en la segunda capa, lo que se traduce directamente en un retardo de reproducción más pequeño. Finalmente, este enfoque libera capacidad que se habría utilizado de otro modo desde la capa r_{i+1} , para distribuir la subsecuencia particular.

5 La figura 8 ilustra además que, de acuerdo con realizaciones de la presente invención, se permite que un par cargue la subsecuencia de la que es responsable a otros pares en la misma capa, que son responsables de otras subsecuencias. En la figura 8, no se ha provisto todavía a los pares en la segunda capa de una de las dos subsecuencias necesarias para reconstruir el contenido de datos transmitidos continuamente mediante la fuente de transmisión continua. Estas asignaciones posibles -es decir, la asignación de pares en la segunda capa a puestos en
10 la segunda capa para descargar la subsecuencia requerida restante- se indican por medio de líneas de puntos. Por ejemplo, como se puede ver, el par más a la izquierda en la capa r_{i+1} puede descargar la subsecuencia 1 desde uno cualquiera de cuatro pares diferentes en la capa r_{i+1} , que pertenecen a un conjunto responsable de la distribución de la subsecuencia 1.

15 Por consiguiente, en una tercera etapa, cada par u en $P(r_{i+1})$ realiza una petición d_{uk} para la subsecuencia k única. Los puestos de carga son todos los puestos disponibles para los pares en $\psi(r_i, k)$. Esto se repite para $\forall k \in \{1, \dots, h\}$. De nuevo, se formula una LSAP en base a la métrica predeterminada, y se consigue un valor de asignación como consecuencia de lo mismo. Haciendo referencia a la figura 9, los pares están relacionados con los puestos en base a este valor de asignación, lo que se indica por medio de líneas continuas. Para el par más a la izquierda a modo de ejemplo en la segunda capa, se determina a partir del valor de asignación conseguido qué descarga de la subsecuencia 1 se debería efectuar desde su par adyacente en la misma capa.
20

En este caso, como se puede ver en la figura 9, se proporcionan todos los pares en la capa r_{i+1} , es decir, han descargado ambas subsecuencias de manera que se puede reconstruir completamente el contenido de datos, excepto para el segundo par comenzando por la derecha. Solamente dos pares de entre todos los pares (en ambas capas) tienen libre capacidad para cargar subsecuencias adicionales, lo que se indica por medio de líneas de trazos.
25 No obstante, como se puede deducir de la figura 9, estos dos pares son responsables eficazmente de cargar la subsecuencia 1, y no la subsecuencia 2 requerida por el segundo par comenzando por la derecha en la capa r_{i+1} . Por otro lado, estos dos pares tienen una capacidad, y solamente la otra opción viable sería descargar desde la fuente de transmisión continua, lo que no es deseable. Por consiguiente, en una realización de la presente invención, esto se resuelve teniendo cualquiera de los dos pares con capacidad de reserva cargando la subsecuencia pedida al par que aún no se ha proporcionado completamente. Por consiguiente, en una cuarta etapa, cada par u en $P(r_{i+1})$ realiza una petición d_{uk} para cada subsecuencia k que está sin asignar para ese par. Los puestos de carga son todos los puestos disponibles $s_a(u)$ para cada par u en $P(r_i)$. Una vez más, se formula una LSAP en base a la métrica predeterminada, y un valor de asignación estipula desde qué par se debería realizar la descarga de la subsecuencia requerida.
30

35 La figura 10 muestra la asignación final; el valor de asignación calculado designa el par más a la derecha en la segunda capa como el par que cargará la subsecuencia 2 a su par adyacente que ya se ha proporcionado completamente. Por consiguiente, el par más a la derecha cargará la subsecuencia 2 incluso aunque sea responsable eficazmente de cargar la subsecuencia 1, ya que la subsecuencia 2 se tendría que cargar de otro modo desde la fuente de transmisión continua. Por consiguiente, se prefiere, desde un punto de vista de la utilización del ancho de banda, descargar una subsecuencia requerida desde otro par -incluso aunque ese par particular no pertenezca a un conjunto de pares que es responsable de la subsecuencia requerida- que soportar la fuente de transmisión continua con la descarga.
40

En este caso, como se puede ver en la figura 9, se proporcionan todos los pares en la capa r_{i+1} , es decir, han descargado ambas subsecuencias de manera que se puede reconstruir completamente el contenido de datos, excepto para el segundo par comenzando por la derecha. Solamente dos pares de entre todos los pares (en ambas capas) tienen libre capacidad para cargar subsecuencias adicionales, lo que se indica por medio de líneas de trazos.
45 No obstante, como se puede deducir de la figura 9, estos dos pares son responsables eficazmente de cargar la subsecuencia 1, y no la subsecuencia 2 requerida por el segundo par comenzando por la derecha en la capa r_{i+1} . Por otro lado, estos dos pares tienen una capacidad, y solamente la otra opción viable sería descargar desde la fuente de transmisión continua, lo que no es deseable. Por consiguiente, en una realización de la presente invención, esto se resuelve teniendo cualquiera de los dos pares con capacidad de reserva cargando la subsecuencia pedida al par que aún no se ha proporcionado completamente.
50

Incluso aunque la invención se ha descrito con referencia a realizaciones ilustrativas específicas de la misma, muchas alteraciones, modificaciones, y similares, diferentes resultarán evidentes para los expertos en la técnica. Las realizaciones descritas no están destinadas, por lo tanto, a limitar el alcance de la invención, tal como se define por las reivindicaciones adjuntas.
55

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para disponer una red superpuesta P2P que comprende una fuente de transmisión continua y una pluralidad de pares dispuestos en capas de distribución, estando la fuente de transmisión continua dispuesta para dividir un contenido de datos, a transmitir continuamente, en una pluralidad de subsecuencias de contenidos que forman juntas el contenido de datos y para distribuir la pluralidad de subsecuencias de contenidos a los pares de red, estando el método caracterizado porque comprende:
- determinar (S401) en cuál de las capas de distribución ha de ser dispuesto un par individual;
- agrupar (S402) los pares en varios conjuntos de pares, estando agrupado cada conjunto de pares para comprender pares de la misma capa de distribución y estando dispuesto además para ser responsable de distribuir una subsecuencia de contenidos respectiva; y
- 10 asignar (S403) a cada conjunto de pares la tarea de distribuir dicha subsecuencia de contenidos respectiva a los pares de otros conjuntos de pares dispuestos en la misma capa de distribución y a los pares dispuestos en una capa de distribución inmediatamente posterior, que pertenecen además a un conjunto de pares que es responsable de la respectiva subsecuencia de contenidos distribuida.
- 15 2. El método según la reivindicación 1, que comprende además:
- dar instrucciones a los pares en la capa de distribución que está dispuesta más próxima a la fuente de transmisión continua para que se conecten a dicha fuente de transmisión continua, y a, por lo menos, otro par que está dispuesto en la misma capa de distribución, pero que pertenece a otro conjunto de pares, para que descargue las subsecuencias de contenidos.
- 20 3. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, que comprende además:
- dar instrucciones a la fuente de transmisión continua para que distribuya las diferentes subsecuencias de contenidos, en un número sustancialmente igual, a la capa de distribución que está dispuesta más próxima a la fuente de transmisión continua.
- 25 4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la determinación de en cuál de las capas de distribución ha de ser dispuesto un par individual comprende:
- determinar para cada capa de distribución, partiendo de la capa que alberga la fuente de transmisión continua, el número máximo de subsecuencias que se pueden distribuir a los pares a disponer en una capa de distribución individual como la suma del número de subsecuencias que se pueden distribuir desde dicha capa de distribución individual y del número de subsecuencias que se pueden distribuir desde la capa de distribución inmediatamente anterior,
- 30 y
- disponer los pares en la capas de distribución hasta que todos los pares se hayan asignado a una capa de distribución respectiva.
- 35 5. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:
- dar instrucciones a cada par en el conjunto de pares respectivo para que descargue su subsecuencia de contenidos respectiva desde un par en una capa de distribución inmediatamente anterior y para que descargue las subsecuencias restantes de contenidos desde pares de los otros conjuntos de pares dispuestos en la misma capa de distribución.
- 40 6. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dar instrucciones a cada par en el conjunto de pares respectivo para que descargue la subsecuencia de contenidos respectiva desde un par en una capa de distribución inmediatamente anterior y para que descargue las subsecuencias restantes de contenidos desde pares de los otros conjuntos de pares dispuestos en la misma capa de distribución comprende:
- determinar, para cada conjunto de pares en la capa de distribución inmediatamente anterior con respecto al par que ha recibido instrucciones, el número de subsecuencias que el conjunto de pares respectivo es capaz de distribuir; y
- 45 seleccionar dicha subsecuencia de contenidos respectiva para su descarga desde el conjunto de pares que tiene la mínima capacidad de distribución determinada.
- 50 7. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:
- asignar a, por lo menos, un par seleccionado la tarea de distribuir la subsecuencia de contenidos respectiva de la que es responsable a, por lo menos, un par dispuesto en una capa de distribución inmediatamente posterior que requiere dicha subsecuencia de contenidos respectiva, pero que es responsable de una subsecuencia diferente, en

caso de que dicho par por lo menos un par seleccionado tenga capacidad de distribución sin utilizar.

8. Un dispositivo (41) para disponer una red superpuesta P2P que comprende una fuente de transmisión continua (44) y una pluralidad de pares dispuestos en capas de distribución, estando la fuente de transmisión continua dispuesta para dividir el contenido de datos, a transmitir continuamente, en una pluralidad de subsecuencias de contenidos que forman juntas el contenido de datos y para distribuir la pluralidad de subsecuencias de contenidos a los pares de red, estando el dispositivo caracterizado porque comprende:

una unidad de procesamiento (43) que está dispuesta para

determinar en cuál de las capas de distribución ha de ser dispuesto un par individual;

agrupar los pares en varios conjuntos de pares, estando agrupado cada conjunto de pares para comprender pares de la misma capa de distribución y estando dispuesto además para ser responsable de distribuir una subsecuencia de contenidos respectiva; y

asignar a cada conjunto de pares la tarea de distribuir dicha subsecuencia de contenidos respectiva a los pares de otros conjuntos de pares dispuestos en la misma capa de distribución y a los pares dispuestos en una capa de distribución inmediatamente posterior, que pertenecen además a un conjunto de pares que es responsable de la respectiva subsecuencia de contenidos distribuida.

9. El dispositivo (41) según la reivindicación 8, estando dicha unidad de procesamiento (43) dispuesta además para:

dar instrucciones a los pares en la capa de distribución que está dispuesta más próxima a la fuente de transmisión continua (44) para que se conecten a la fuente de transmisión continua, y a, por lo menos, otro par que está dispuesto en la misma capa de distribución, pero que pertenece a otro conjunto de pares, para que descargue las subsecuencias de contenidos.

10. El dispositivo (41) según las reivindicaciones 8 ó 9, estando dicha unidad de procesamiento (43) dispuesta además para:

dar instrucciones a la fuente de transmisión continua (44) para que distribuya las diferentes subsecuencias de contenidos, en un número sustancialmente igual, a la capa de distribución que está dispuesta más próxima a la fuente de transmisión continua.

11. El dispositivo (41) según una cualquiera de las reivindicaciones 8-10, estando dicha unidad de procesamiento (43) dispuesta además, cuando se determina en cuál de las capas de distribución ha de ser dispuesto un par individual, para:

determinar para cada capa de distribución, partiendo de la capa que alberga la fuente de transmisión continua (44), el número máximo de subsecuencias que se pueden distribuir a los pares a disponer en una capa de distribución individual como la suma del número de subsecuencias que se pueden distribuir desde dicha capa de distribución individual y del número de subsecuencias que se pueden distribuir desde la capa de distribución inmediatamente anterior, y

disponer los pares en la capas de distribución hasta que todos los pares se hayan asignado a una capa de distribución respectiva.

12. El dispositivo (41) según una cualquiera de las reivindicaciones 8-11, estando dicha unidad de procesamiento (43) dispuesta además para:

dar instrucciones a cada par en el conjunto de pares respectivo para que descargue su subsecuencia de contenidos respectiva desde un par en una capa de distribución inmediatamente anterior y para que descargue las subsecuencias restantes de contenidos desde pares de los otros conjuntos de pares dispuestos en la misma capa de distribución.

13. El dispositivo (41) según una cualquiera de las reivindicaciones 8-12, estando dicha unidad de procesamiento (43) dispuesta además, cuando se da instrucciones a cada par en el conjunto de pares respectivo para que descargue la subsecuencia de contenidos respectiva desde un par en una capa de distribución inmediatamente anterior y para que descargue las subsecuencias restantes de contenidos desde pares de los otros conjuntos de pares dispuestos en la misma capa de distribución, para:

determinar, para cada conjunto de pares en la capa de distribución inmediatamente anterior con respecto al par que ha recibido instrucciones, el número de subsecuencias que el conjunto de pares respectivo es capaz de distribuir; y

seleccionar dicha subsecuencia de contenidos respectiva para su descarga desde el conjunto de pares que tiene la mínima capacidad de distribución determinada.

14. El dispositivo (41) según una cualquiera de las reivindicaciones 8-13, estando dicha unidad de procesamiento

(43) dispuesta además para:

5 asignar a, por lo menos, un par seleccionado la tarea de distribuir la subsecuencia de contenidos respectiva de la que es responsable a, por lo menos, un par dispuesto en una capa de distribución inmediatamente posterior que requiere dicha subsecuencia de contenidos respectiva, pero que es responsable de una subsecuencia diferente, en caso de que dicho por lo menos un par seleccionado tenga capacidad de distribución sin utilizar.

10 15. Un producto de programa informático, que comprende unos componentes ejecutables por ordenador para hacer que un dispositivo (41) realice las etapas enumeradas en una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, cuando los componentes ejecutables por ordenador se hacen correr en una unidad de procesamiento (43) incluida en el dispositivo.

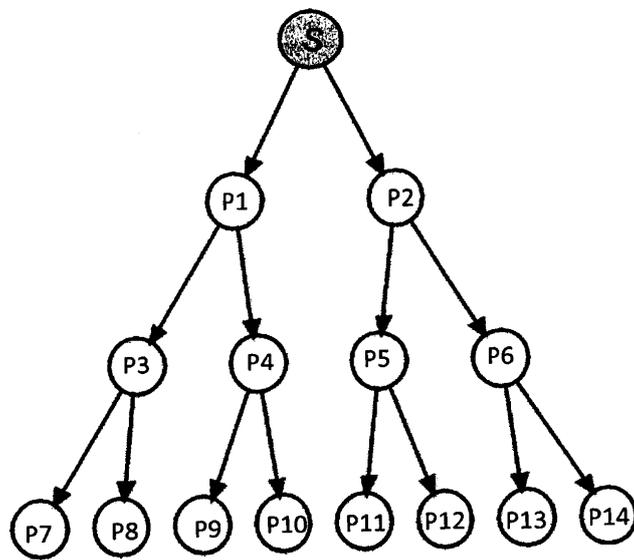


Figura 1

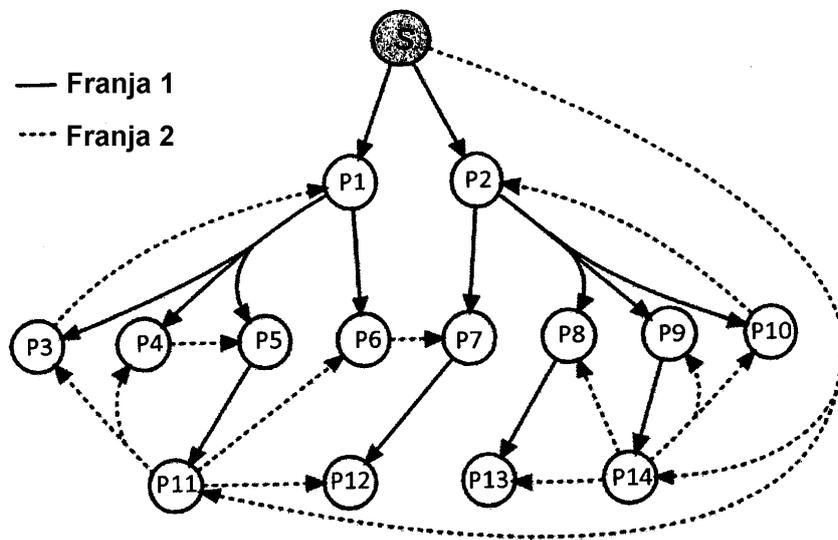


Figura 2

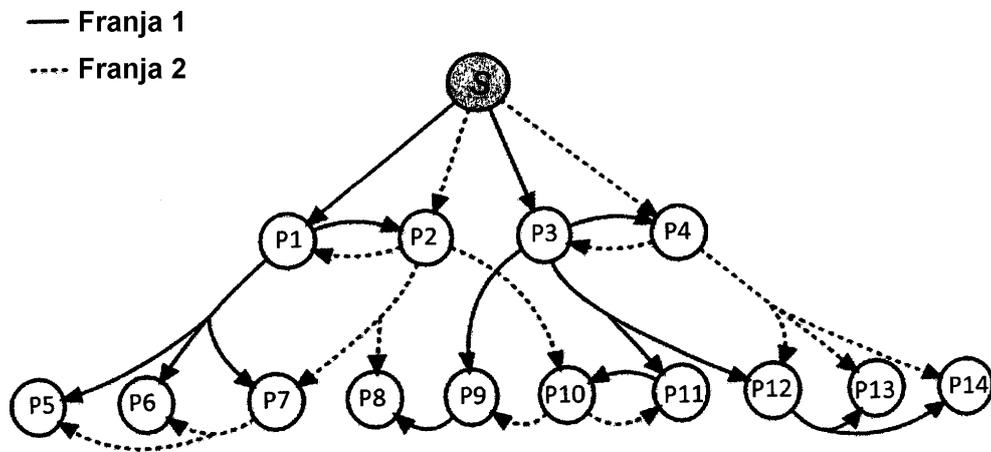


Figura 3

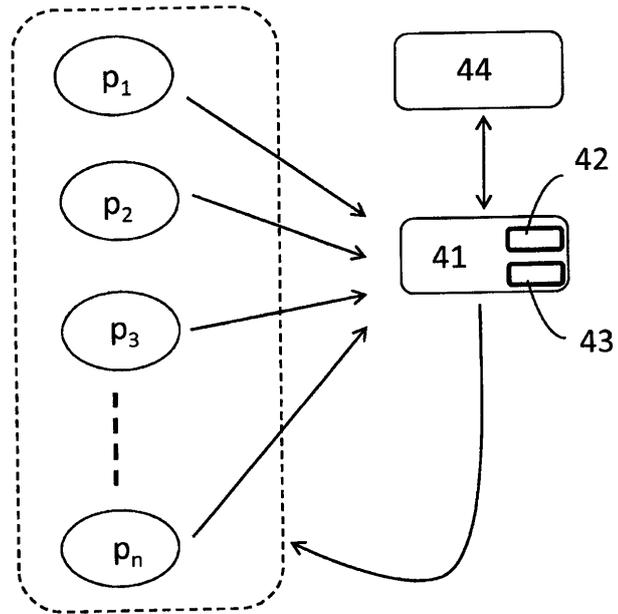


Figura 4a



Figura 4b

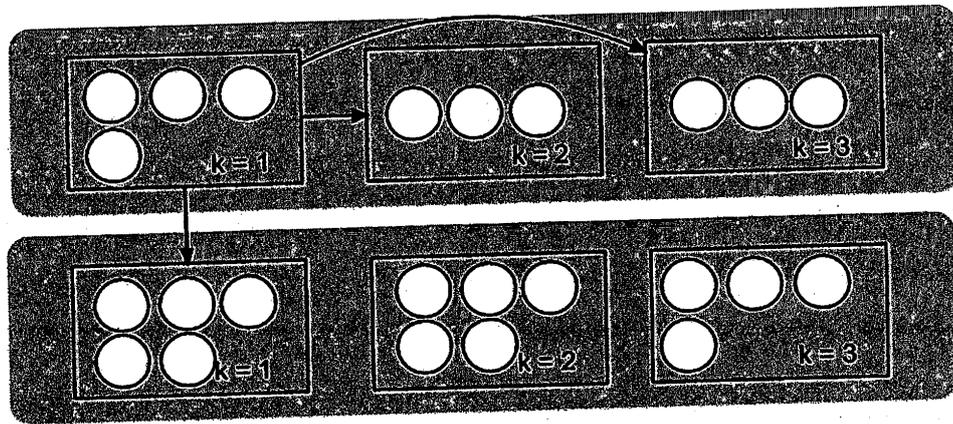


Figura 5

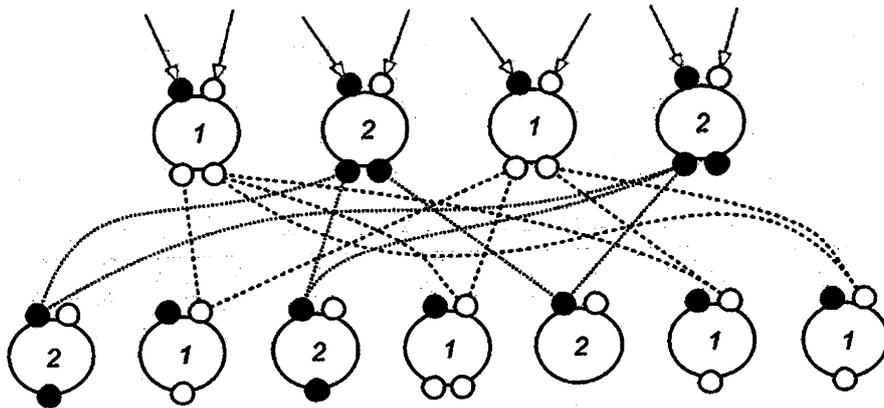


Figura 6

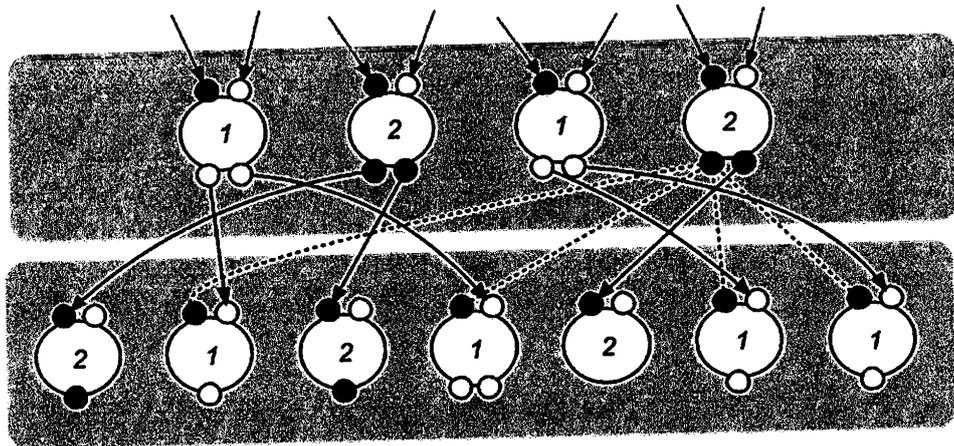


Figura 7

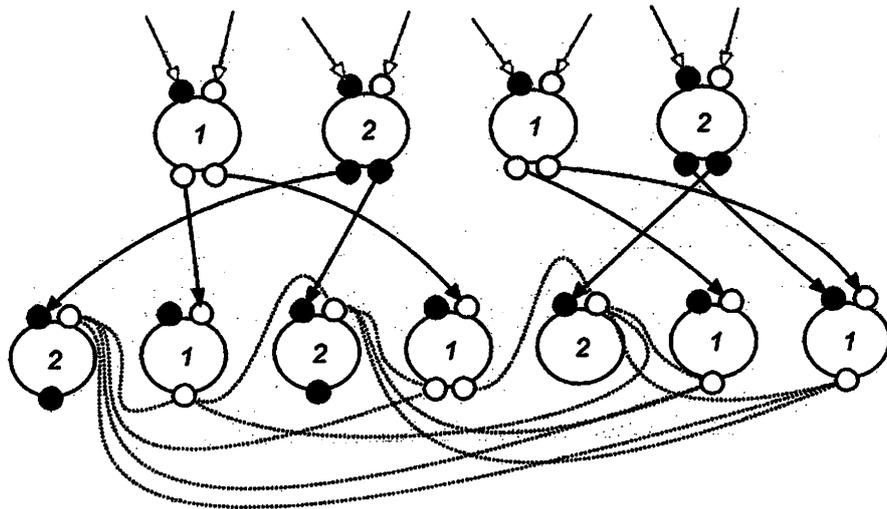


Figura 8

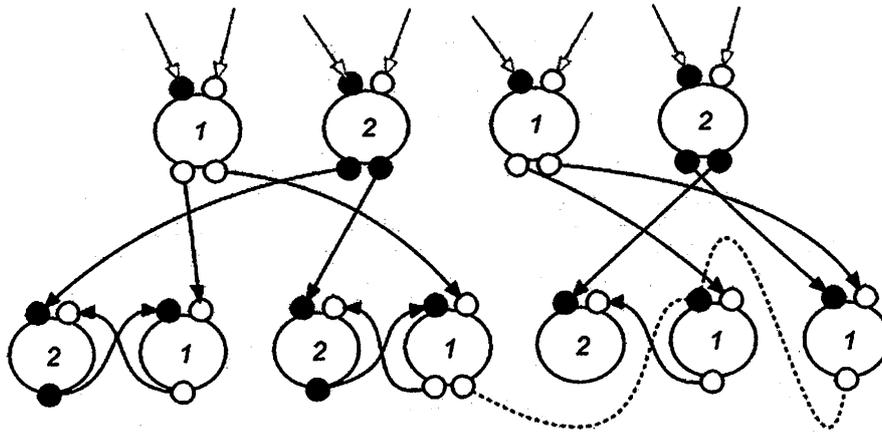


Figura 9

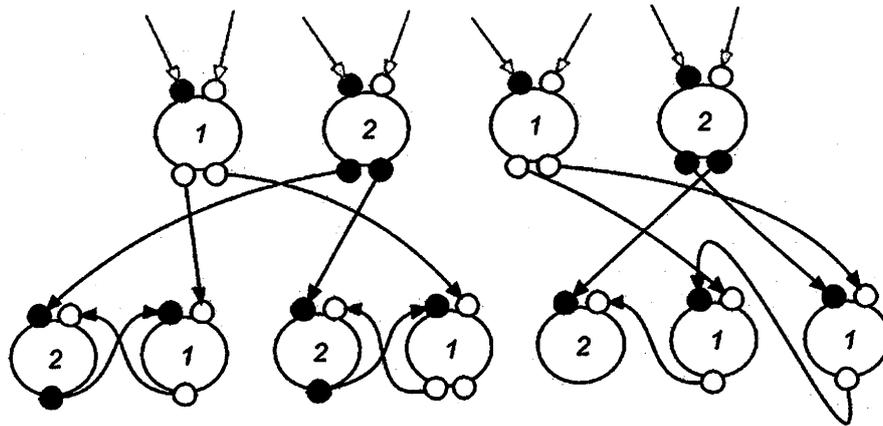


Figura 10