

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 181**

51 Int. Cl.:

H04B 7/26

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.08.2007 E 07801667 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.02.2015 EP 2176970**

54 Título: **Método para llenar una trama de enlace descendente de Wimax mediante la estación base de una red de Wimax**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.05.2015

73 Titular/es:

**NEC EUROPE LTD. (100.0%)
KURFÜRSTENANLAGE 36
69115 HEIDELBERG, DE**

72 Inventor/es:

**PEREZ COSTA, XAVIER;
CAMPS MUR, DANIEL y
ARAUZ, JULIO**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 536 181 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 para llenar una trama de enlace descendente de Wimax mediante la estación base de una red de Wimax

5 La presente invención se refiere a un método para llenar una trama de enlace descendente de WiMAX mediante la estación base de una red de WiMAX, en el que las Unidades de Datos de Protocolo MAC (MPDU) de enlace descendente se ajustan en la trama de enlace descendente de WiMAX por medio de un planificador DL-MAP, que permite la concatenación de MPDU de enlace descendente desde diferentes conexiones en ráfagas únicas, teniendo las ráfagas una forma rectangular en términos de las dos dimensiones – símbolos y subcanales de OFDMA (Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia) – de una trama de enlace descendente de WiMAX.

10 WiMAX se define como la Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas basándose en las normas de la familia del IEEE 802.16. Igual que la Alianza Wi-Fi certifica implementaciones interoperables de la norma LAN inalámbrica del IEEE 802.11, el Foro WiMAX certifica implementaciones interoperables de las normas inalámbricas del IEEE 802.16.

15 En WiMAX, el proceso de llenado de trama en la dirección del enlace descendente se realiza por un denominado planificador de MAPA de Enlace Descendente (DL-MAP). El trabajo de un planificador DL-MAP es asignar las MPDU de enlace descendente (Unidades de Datos de Protocolo MAC) de un tamaño dado en bits en la porción de enlace descendente de una trama de WiMAX. De acuerdo con las dos normas de WiMAX actuales IEEE 802.16-2004 y 20 802.16e-2005, una trama de WiMAX consiste en un área bidimensional específica, en la que las dos dimensiones de la trama de WiMAX se dan en forma de símbolos y subcanales de OFDMA (Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia). La tarea del planificador DL-MAP puede descomponerse en dos subtareas básicas. En primer lugar, tiene que ajustar las MPDU anteriormente mencionadas en formas rectangulares, definidas como ráfagas en las 25 normas de WiMAX, donde se aplicará un MCS (Esquema de Modulación y Codificación) específico. En segundo lugar tiene que empaquetar estas ráfagas juntas en la trama de enlace descendente de WiMAX rectangular minimizando el espacio sin usar.

30 Las dos normas de WiMAX actuales anteriormente mencionadas no proporcionan ninguna orientación acerca de cómo una estación base (y un planificador DL-MAP, respectivamente) deberían realizar las tareas anteriormente mencionadas. El rendimiento del sistema depende altamente del algoritmo del planificador DL-MAP puesto que determina cómo de eficaces se usan los recursos de radio.

35 En las normas 802.16 se especifica un mecanismo que permite la agregación de diferentes MPDU que usan el mismo MCS en una única ráfaga. Este mecanismo se define como concatenación. Concatenando MPDU que pertenecen a diferentes identificadores de conexión (CID) en una única ráfaga puede reducirse la tara de señalización debido al tamaño de DL-MAP. Aunque las normas de WiMAX no especifican ningún criterio o algoritmo para hacer un uso particular del mecanismo de concatenación.

40 El artículo por T. Zhifeng et al.: "Aggregation and Concatenation in IEEE 802.16j Mobile Multihop Relay (MMR) Networks", Mobile WiMAX Symposium 2007. IEEE, páginas 85-90 trata los requisitos de rendimiento de demanda que la arquitectura de red de MMR impone en estaciones de reenvío. Los autores proponen dos esquemas de mejora de eficacia en la capa MAC, en concreto concatenación de MPDU y agregación de MSDU (Unidad de Datos de Servicio MAC), y muestran que estos esquemas pueden conseguir reducción de tara significativa, preparando 45 mejor por lo tanto el protocolo 802.16e para su adaptación en redes de MMR.

50 El artículo por R. Cohen et al.: "Computational Analysis and Efficient Algorithms for Micro and Macro OFDMA Scheduling", Technicon – Computer Science Department – Technical Report CS-2007-02-2007, páginas 1-12 describe un mecanismo de acuerdo con el cual el problema de planificación de OFDMA se descompone en dos sub-problemas: "macro planificación" y "micro planificación". La macro planificación se encarga de decidir qué perfiles de PHY se adaptarán en una trama, y qué PDU se transmitirán cada perfil de PHY seleccionado. La micro planificación por otro lado se encarga de decidir cuántos rectángulos (ráfagas) se usarán para cada perfil de PHY, y dónde localizar cada rectángulo en la trama.

55 El objetivo de la presente invención es definir un método para un planificador DL-MAP que haciendo un uso alternativo del mecanismo de concatenación simplifique la tarea del planificador DL-MAP de llenar la trama de enlace descendente de WiMAX con las MPDU y minimice la cantidad de recursos de radio desperdiciados (rellenado y espacio vacío).

60 De acuerdo con la invención, el objeto anteriormente mencionado se consigue mediante un método que comprende las características de la reivindicación 1. De acuerdo con esta reivindicación, un método de este tipo está caracterizado por que el planificador DL-MAP está configurado de tal manera que considera la concatenación de las MPDU de enlace descendente desde diferentes conexiones en ráfagas únicas basándose en el espacio libre restante y/o disponible en la trama de enlace descendente de WiMAX, de manera que simplifica la tarea del 65 planificador DL-MAP de llenar la trama de enlace descendente de WiMAX minimizando la cantidad de recursos de radio desperdiciados, en el que se usa un algoritmo que considera los tamaños de todas las MPDU que pertenecen

al mismo Esquema de Modulación y Codificación (MCS) y los agrupa en subconjuntos, de manera que el tamaño agregado más posiblemente un cierto relleno admisible de cada subconjunto candidato coincide con el tamaño de la parte de la forma de espacio disponible/restante bajo consideración.

5 De acuerdo con la invención el planificador DL-MAP está configurado de tal manera que considera la concatenación de las MPDU de enlace descendente desde diferentes conexiones en ráfagas únicas, basándose en el espacio libre disponible/restante en la trama de WiMAX de enlace descendente y en su forma, para simplificar la tarea del planificador DL-MAP de llenar la trama de enlace descendente de WiMAX con las MPDU. Se usa un algoritmo que considera los tamaños de todas las MPDU que pertenecen al mismo Esquema de Modulación y Codificación (MCS) y las agrupa en subconjuntos, de manera que el tamaño agregado más posiblemente un cierto relleno admisible de cada subconjunto candidato coincide con el tamaño de la parte de la forma de espacio disponible/restante bajo consideración. Teniendo en cuenta el espacio libre disponible/restante en la trama de WiMAX de enlace descendente en el contexto de la concatenación de la MPDU en ráfagas, la cantidad de recursos de radio desperdiciados (en términos de relleno y espacio vacío) puede reducirse significativamente. Por lo tanto, esta invención propone una solución que considera juntas las dos subáreas anteriormente mencionadas del planificador DL-MAP para mejorar el uso eficaz de los escasos recursos de radio.

En una realización preferida, la concatenación de las MPDU de enlace descendente en ráfagas y su colocación en la porción de enlace descendente de la trama de enlace descendente de WiMAX se realiza de tal manera que el espacio disponible/restante después de colocar la ráfaga da como resultado un polígono o polígonos con una forma geométrica tan regular como sea posible. Una forma geométrica regular del espacio restante después de colocar una ráfaga da como resultado la ventaja de facilitar la colocación de la siguiente ráfaga.

Como un ejemplo de aplicación, la concatenación de las MPDU de enlace descendente en ráfagas podría realizarse de tal manera que las ráfagas llenen toda una columna o toda una fila del espacio restante disponible de la porción de enlace descendente de una trama de WiMAX. Aunque puede preferirse una asignación mediante columnas completas, puesto que además de facilitar la tarea de empaquetamiento del planificador DL-MAP, puede tener otros beneficios como consumo de alimentación reducido o la posibilidad de asignar más recursos para el enlace ascendente si fuera necesario.

De acuerdo con una realización ventajosa, el algoritmo puede considerar todas las posibles combinaciones entre las MPDU que pertenecen al mismo MCS y seleccionar la que requiere menos relleno para llenar la parte objetivo del espacio vacío de la trama de WiMAX. Como alternativa, el algoritmo puede aplicar una heurística para encontrar una concatenación adecuada entre las MPDU que puedan llenar apropiadamente parte del espacio vacío disponible. Tal heurística puede dar como resultado concatenación más rápida que considerar todas las posibles combinaciones. En ambos casos puede proporcionarse que el algoritmo intente concatenar en primer lugar las MPDU de mayor tamaño.

Con respecto al consumo de energía eficaz y ahorro de energía, puede proporcionarse que la decisión de concatenación de las MPDU prefiera ráfagas que presenten una longitud en la dimensión de los subcanales mayor que en los símbolos.

En particular en sistemas de TDD (Dúplex por División en el tiempo), puede proporcionarse que se realice la concatenación de las MPDU empezando a llenar el espacio vacío en la trama de enlace descendente de WiMAX a nivel de columnas (dimensión de subcanales) de izquierda a derecha (dimensión de símbolos). Un enfoque de este tipo es preferible ya que permite una compartición más eficaz de la capacidad global entre las tramas de enlace ascendente y enlace descendente.

Además, la decisión de concatenación de las MPDU puede tener en cuenta que algunas MPDU necesitan transmitirse en la siguiente trama de WiMAX debido a requisitos de QoS y algunas no. Es decir, las MPDU con una alta prioridad con respecto a los requisitos de QoS se procesan de una manera preferencial en comparación con las MPDU de prioridad inferior incluso si el tamaño de las MPDU pueda ser menos favorable con respecto a un llenado óptimo de la trama de enlace descendente de WiMAX. Hasta qué punto las decisiones de concatenación con respecto a un llenado óptimo de la trama de enlace descendente de WiMAX son preferidas sobre los requisitos de QoS puede ser un parámetro configurable.

Existen varias maneras para diseñar y desarrollar adicionalmente la enseñanza de la presente invención de una manera ventajosa. Para este fin, se ha de hacer referencia a las reivindicaciones de patente subordinadas a la reivindicación de patente 1 y a la siguiente explicación de un ejemplo preferido de una realización de la invención, ilustrado mediante la figura. En relación con la explicación del ejemplo preferido de una realización de la invención mediante ayuda de la figura, se explicarán en general realizaciones preferidas y desarrollos adicionales de la enseñanza.

En los dibujos:

65

La Figura 1 muestra un primer método para procesar tramas de datos de enlace descendente en una estación base de una red de WiMAX de acuerdo con el estado de la técnica,

5 La Figura 2 muestra otro método de procesamiento de tramas de datos de enlace descendente en una estación base de una red de WiMAX de acuerdo con el estado de la técnica, y

La Figura 3 muestra una realización preferida de un método para procesar tramas de datos de enlace descendente en una estación base de una red de WiMAX de acuerdo con la invención.

10 En la Figura 1 se representa una trama de WiMAX típica en la que la dimensión horizontal está dividida en símbolos de OFDMA únicos (que no se muestran explícitamente) y en la que la dimensión vertical está dividida en subcanales únicos (no mostrados tampoco explícitamente). De acuerdo con el estado de la técnica las ráfagas que tienen que difundirse en el enlace descendente mediante el enlace de radio se ajustan en la trama de WiMAX considerando la forma de las ráfagas rectangulares como una entrada dada fijada. La forma de las ráfagas podría haberse elegido, por ejemplo, de manera que minimice el relleno. El planificador DL-MAP en este caso empieza con la ráfaga etiquetada 1 ajustándola en la parte izquierda inferior de la trama de WiMAX. Siguen de la ráfaga 2 a la ráfaga 5. Para la ráfaga 6 no hay espacio suficiente disponible en el lado derecho de la ráfaga 5 y, por lo tanto, la ráfaga 6 se ajusta en la parte superior de la ráfaga 1 en la parte izquierda superior de la trama de WiMAX. La siguiente ráfaga – ráfaga 7 – que es casi cuadrática en forma ya no puede ajustarse en la trama de WiMAX ya que ahora está disponible el área apropiada en términos de símbolos y subcanales de OFDMA. En consecuencia, la trama de WiMAX que contiene las ráfagas de 1 a 6 se considera que está completa y se difunde. Por lo tanto, los recursos de radio disponibles se utilizan de una manera muy ineficaz.

25 La Figura 2 muestra otro mecanismo de acuerdo con el estado de la técnica en el que es ligeramente mejorado en comparación con el método descrito en relación con la Figura 1. En el escenario mostrado en la Figura 2 las ráfagas se ajustan en la trama de WiMAX de acuerdo con un mejor algoritmo pero las formas de las diferentes ráfagas se consideran aún una entrada dada fija para el algoritmo. El algoritmo empieza ajustando la ráfaga con el mayor tamaño en dirección vertical, es decir la ráfaga que cubre la mayoría de los subcanales, en el borde izquierdo inferior de la trama de WiMAX. Posteriormente la ráfaga con la segunda extensión más grande en dirección vertical – ráfaga B2 – se ajusta en la trama de WiMAX adyacente a la primera ráfaga B1. Este proceso se repite hasta que no haya suficientes intervalos libres para ajustar una siguiente ráfaga. Específicamente, en la Figura 2 este proceso se detiene después de que se ajusta la ráfaga B4 en la fila inferior. La siguiente ráfaga, es decir la ráfaga con el siguiente número grande de subcanales cubiertos, en este punto etiquetada como la ráfaga B3, ya no se ajusta en la fila inferior ya que no hay intervalos suficientes disponibles. En consecuencia, se empieza una nueva fila y se llena con ráfagas como se ha descrito anteriormente. Sin embargo, como puede obtenerse a partir de la Figura 2, existe aún un gran espacio sin usar que significa que se desperdician recursos de radio disponibles.

40 La Figura 3 muestra una realización preferida de un método para procesar tramas de datos de enlace descendente en una estación base de una red de WiMAX de acuerdo con la invención. Las tramas de datos de enlace descendente desde diferentes identificadores de conexión están asignadas en ráfagas que tienen en consideración el espacio disponible/restante de la porción de enlace descendente de la trama de WiMAX. En la realización mostrada en la Figura 3, la asignación se realiza intentando generar ráfagas que llenen columnas completas de la trama de WiMAX. Por ejemplo, en la ráfaga 1 se asignan los datos desde el CID 1 y los datos desde el CID 5, llenando de esta manera todos los subcanales de la trama de WiMAX en varios intervalos. Lo mismo sucede para la ráfaga adyacente 2 (datos de asignación desde CID 2, CID 4, CID 7) y para la adyacente 3 (datos de asignación desde CID 3, CID 10, CID 11 y CID 13).

50 Muchas modificaciones y otras realizaciones de la invención expuesta en el presente documento se le ocurrirán al experto en la materia a la que pertenece la invención que tiene el beneficio de las enseñanzas presentadas en la descripción anterior y en los dibujos asociados. Por lo tanto, se ha de entender que la invención no se ha de limitar a las realizaciones específicas desveladas y que se pretenden incluir esas modificaciones y otras realizaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Aunque se emplean términos específicos en el presente documento, se usan en un sentido genérico y descriptivo únicamente y no para fines de limitación.

REIVINDICACIONES

1. Método para llenar una trama de enlace descendente de WiMAX mediante la estación base de una red de WiMAX, en el que se ajustan las Unidades de Datos de Protocolo MAC (MPDU) de enlace descendente en la trama de enlace descendente de WiMAX por medio de un planificador DL-MAP, que permite la concatenación de las MPDU de enlace descendente desde diferentes conexiones en ráfagas únicas, teniendo las ráfagas una forma rectangular en términos de las dos dimensiones – símbolos y subcanales de OFDMA (Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia) – de una trama de enlace descendente de WiMAX, caracterizado por que el planificador DL-MAP está configurado de tal manera que considera la concatenación de las MPDU de enlace descendente desde diferentes conexiones en ráfagas únicas basándose en el espacio libre restante y/o disponible en la trama de enlace descendente de WiMAX, de manera que simplifica la tarea del planificador DL-MAP de llenar la trama de enlace descendente de WiMAX minimizando la cantidad de recursos de radio desperdiciados, en el que se usa un algoritmo que considera los tamaños de todas las MPDU que pertenecen al mismo Esquema de Modulación y Codificación (MCS) y las agrupa en subconjuntos, de manera que el tamaño agregado más posiblemente un cierto relleno admisible de cada subconjunto candidato coincide con el tamaño de la parte de la forma de espacio disponible/restante bajo consideración.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la concatenación de las MPDU de enlace descendente en una ráfaga y su colocación en la porción de enlace descendente de la trama de enlace descendente de WiMAX se realiza de tal manera que el espacio disponible/restante después de colocar la ráfaga da como resultado un rectángulo o rectángulos con una forma geométrica tan regular como sea posible.
3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la concatenación de las MPDU de enlace descendente en una ráfaga se realiza de tal manera que la ráfaga se llena completa o parcialmente en toda una columna o toda una fila de una trama de enlace descendente de WiMAX.
4. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho algoritmo considera todas las posibles combinaciones entre las MPDU que pertenecen al mismo MCS y selecciona la que requiere menos relleno para llenar la parte objetivo del espacio vacío.
5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho algoritmo aplica una heurística para encontrar una concatenación adecuada entre las MPDU que pueden llenar apropiadamente parte del espacio vacío disponible de una manera más rápida que considerar todas las posibles combinaciones.
6. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicho algoritmo intenta concatenar en primer lugar las MPDU de un mayor tamaño.
7. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la decisión de concatenación de las MPDU tiene en cuenta que las ráfagas que presentan una longitud en la dimensión de los subcanales mayor que en la de los símbolos son preferibles debido a eficacia de ahorro de energía.
8. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la decisión de concatenación de las MPDU tiene en cuenta que en sistemas de TDD (Dúplex por División en el tiempo) es preferible empezar llenando el espacio vacío en la trama de enlace descendente de WiMAX a nivel de columna (dimensión de subcanales) de izquierda a derecha (dimensión de símbolos) para permitir una compartición más eficaz de la capacidad global entre las tramas de enlace ascendente y enlace descendente.
9. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la decisión de concatenación de las MPDU tiene en cuenta que algunas MPDU necesitan transmitirse en la siguiente trama de WiMAX debido a requisitos de QoS y algunas no.

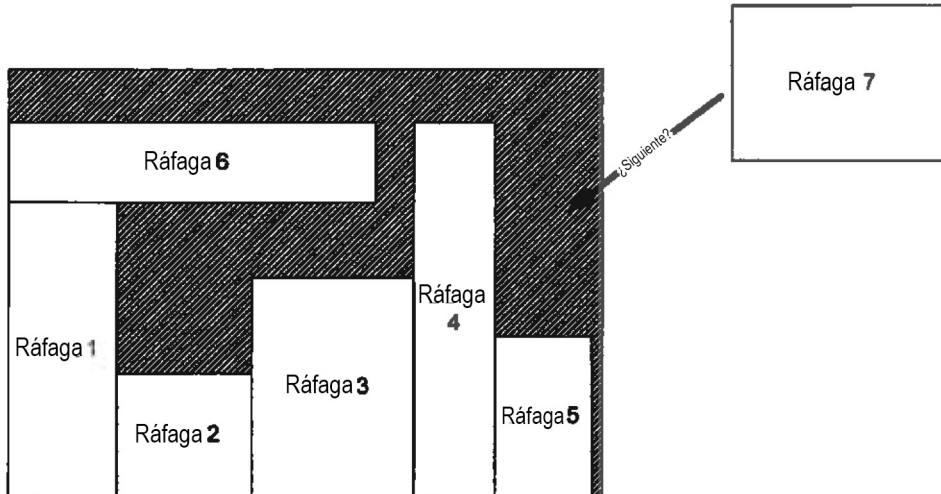


Fig. 1

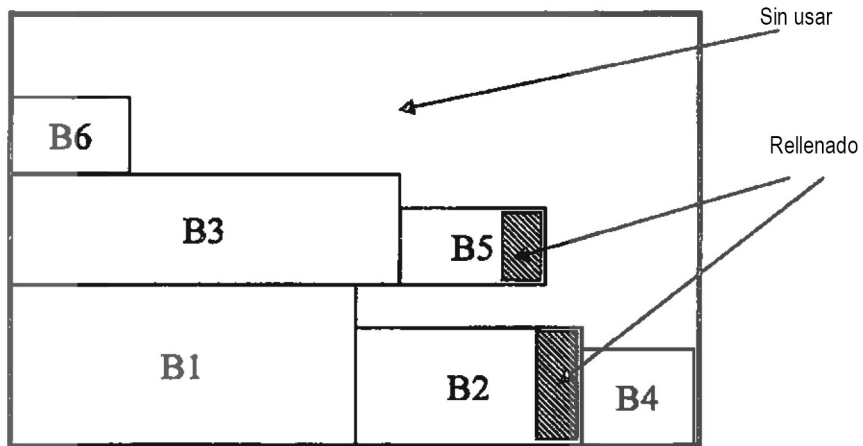


Fig. 2

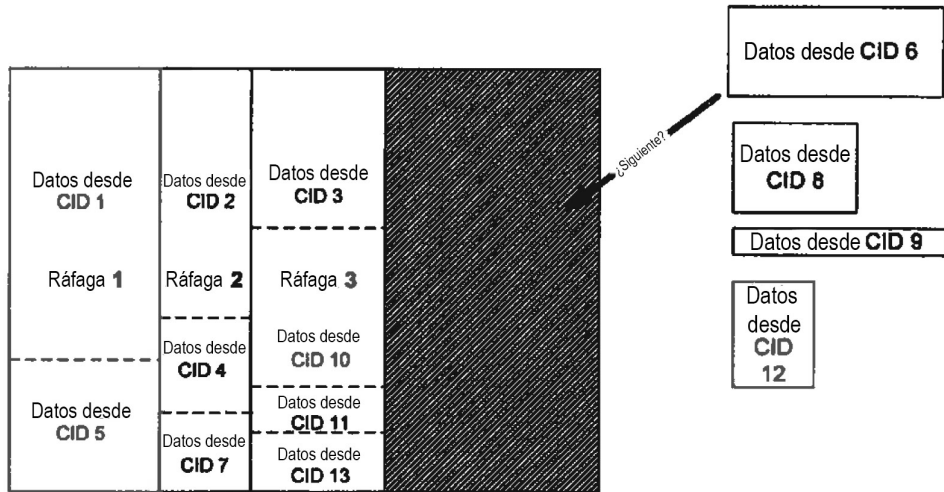


Fig. 3