

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 234**

51 Int. Cl.:

**H04L 5/00** (2006.01)

**H04W 16/28** (2009.01)

**H04W 72/04** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.04.2015 PCT/CN2015/076277**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.02.2016 WO16019737**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.04.2015 E 15829160 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019 EP 3179662**

54 Título: **Aparato y método para utilización en comunicación por radio**

30 Prioridad:

**07.08.2014 CN 201410386345**

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

**18.02.2020**

73 Titular/es:

**SONY CORPORATION (100.0%)  
1-7-1 Konan Minato-ku  
Tokyo 108-0075, JP**

72 Inventor/es:

**QIAN, CHEN;  
CHEN, JINHUI;  
WANG, ZHAOCHENG y  
SUN, CHEN**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 743 234 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

Aparato y método para utilización en comunicación por radio.

### Campo de la invención

5 Las realizaciones de la presente divulgación se refieren, en general, al campo de la comunicación inalámbrica y, en particular, a un aparato y un método para la comunicación inalámbrica, un dispositivo electrónico y un método para el dispositivo electrónico. Más particularmente, las realizaciones de la presente divulgación se refieren a las técnicas de asignación de piloto y de estimación de canal en un sistema de comunicación de múltiple entrada múltiple salida (MIMO) masiva.

### Antecedentes de la invención

10 Un sistema de MIMO masivo (MIMO masivo) ha atraído una amplia atención en académicos e industrias en los últimos años. La investigación teórica muestra que el sistema de MIMO masivo puede mejorar significativamente la eficiencia del espectro y la eficiencia energética de forma simultánea mediante un algoritmo lineal simple, tal como el algoritmo de cero forzado, el algoritmo de error cuadrático mínimo y similar. Por lo tanto, es probable que el sistema de MIMO masivo sea adoptado como una técnica clave en el estándar de comunicación de próxima generación.

15 Sin embargo, por ejemplo, el rendimiento del sistema de MIMO masivo en escenario de multiplexación por división de tiempo de múltiples células es limitado debido a un problema de contaminación de piloto. Específicamente, dado que la longitud de un piloto se limita a una longitud coherente de una canal, el número de pilotos ortogonales es limitado, y es inevitable que un piloto se reutilice entre diferentes células. En este caso, las señales piloto transmitidas por los usuarios, ubicados en diferentes células que utilizan una misma secuencia piloto o secuencias piloto que son ortogonales incompletas, pueden recibirse por una misma estación base. Sin embargo, la estación base no puede distinguir de manera efectiva las señales de piloto y, por lo tanto, se altera la estimación de canal en la estación base. En un caso en que la estación base adopta la estimación de canal alterada para detectar datos de enlace ascendente, no solo se reciben los datos transmitidos por un usuario en la célula actual, sino que también se reciben los datos transmitidos de un usuario en otra célula, lo que resulta en interferencias entre células en el enlace ascendente. En un caso en que la estación base adopte la estimación de canal alterada para generar una matriz de precodificación y transmitir datos de enlace descendente, los datos de enlace descendente pueden recibirse no solo por el usuario en la célula actual, sino también por el usuario en la otra célula, lo que resulta en interferencias entre células en la interferencia del enlace descendente.

25 La investigación teórica muestra que, aunque tanto la eficiencia espectral y la eficiencia de energía del sistema de MIMO masivo se pueden mejorar significativamente, y una influencia del ruido y de un error de estimación de canal en el rendimiento del sistema de MIMO masivo se está reduciendo con el aumento del número de antenas en la estación base, las interferencias entre células causadas por la contaminación de piloto no se pueden eliminar, lo que se convierte en uno de los factores de limitación para el rendimiento del sistema de MIMO masivo.

30 Los métodos existentes para paliar la contaminación de piloto son difíciles de aplicar teniendo en cuenta la condición técnica actual y, por lo tanto, la contaminación de piloto sigue siendo uno de los problemas graves del sistema de MIMO masivo en la solicitud actual. Además, la contaminación de piloto empeora con el aumento continuo del número de usuarios dentro de la célula.

La técnica anterior incluye el documento US 2013/315111 A1 y el documento US 2012/113953 A1.

### Resumen de la invención

40 La presente invención se define por las reivindicaciones. Las realizaciones no cubiertas por el alcance de las reivindicaciones deben entenderse como ejemplos útiles para entender la invención.

### Breve descripción de los dibujos

45 Para exponer más las ventajas y características anteriores y otras de la presente invención, a continuación, se realizará la descripción detallada tomada junto con los dibujos adjuntos, en los que los signos de referencia idénticos o similares designan componentes idénticos o similares. Los dibujos adjuntos, junto con la descripción detallada a continuación, se incorporan en y forman parte de la memoria descriptiva. Cabe señalar que los dibujos adjuntos solo ilustran, a modo de ejemplo, las realizaciones típicas de la presente invención y no deben interpretarse como una limitación del alcance de la invención. En los dibujos adjuntos:

50 la Figura 1 es un diagrama de bloques estructural que muestra un aparato para la comunicación inalámbrica de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

- la Figura 2 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de una matriz de antenas bidimensional;
- la Figura 3 es un diagrama de bloques estructural que muestra un aparato para la comunicación inalámbrica de acuerdo con otra realización de la presente divulgación;
- 5 la Figura 4 es un diagrama de bloques estructural que muestra un aparato para la comunicación inalámbrica de acuerdo con otra realización de la presente divulgación;
- la Figura 5 es un diagrama de bloques estructural que muestra un módulo de estimación de canal de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- la Figura 6 muestra un ejemplo de un patrón de piloto de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- la Figura 7 muestra un posible patrón de piloto en una red heterogénea de una sola célula;
- 10 la Figura 8 es un diagrama de flujo que muestra un método para la comunicación inalámbrica de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- la Figura 9 es un diagrama de flujo que muestra subpasos de un paso de estimación de canal en el método en la Figura 8;
- 15 la Figura 10 es un diagrama de bloques estructural que muestra un aparato para la comunicación inalámbrica de acuerdo con otra realización de la presente divulgación;
- la Figura 11 muestra un ejemplo de partición de célula para una célula, cuyo punto de acceso adopta una matriz de antenas lineales uniformemente espaciadas unidimensional;
- la Figura 12 muestra un ejemplo de partición de célula para una célula, cuyo punto de acceso adopta una matriz de antenas bidimensional;
- 20 la Figura 13 es un gráfico que muestra un error cuadrático medio de la estimación de canal de acuerdo con un ejemplo de simulación;
- la Figura 14 es un gráfico que muestra una capacidad de enlace ascendente de acuerdo con un ejemplo de simulación;
- 25 la Figura 15 es un gráfico que muestra una capacidad de enlace descendente de acuerdo con un ejemplo de simulación;
- la Figura 16 es un diagrama de bloques estructural que muestra un aparato para la comunicación inalámbrica de acuerdo con otra realización de la presente divulgación;
- la Figura 17 es un diagrama de flujo que muestra un método para la comunicación inalámbrica de acuerdo con otra realización de la presente divulgación;
- 30 la Figura 18 es un diagrama de bloques estructural que muestra un dispositivo electrónico de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- la Figura 19 es un diagrama de bloques estructural que muestra un dispositivo electrónico de acuerdo con otra realización de la presente divulgación;
- 35 la Figura 20 es un diagrama de bloques estructural que muestra un método para un dispositivo electrónico de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- la Figura 21 es un diagrama de bloques estructural que muestra un aparato para la comunicación inalámbrica de acuerdo con otra realización de la presente divulgación;
- la Figura 22 es un diagrama de bloques estructural que muestra un ejemplo de un módulo de filtrado espacial de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- 40 la Figura 23 es un diagrama de bloques estructural que muestra un ejemplo de una unidad de estimación de canal de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

la Figura 24 es un diagrama de flujo que muestra un método para la comunicación inalámbrica de acuerdo con otra realización de la presente divulgación;

la Figura 25 es un diagrama de flujo que muestra subpasos de un ejemplo del paso S62 en la Figura 24;

5 la Figura 26 es un diagrama de bloques estructural que muestra un aparato para la comunicación inalámbrica de acuerdo con otra realización de la presente divulgación;

la Figura 27 es un diagrama de flujo que muestra un método para la comunicación inalámbrica de acuerdo con otra realización de la presente divulgación; y

10 la Figura 28 es un diagrama de bloques ejemplar que ilustra la estructura de una computadora personal de propósito general capaz de realizar el método y/o el dispositivo y/o el sistema de acuerdo con las realizaciones de la presente invención.

**Descripción detallada de las realizaciones**

De aquí en adelante se describirá una realización ejemplar de la presente invención junto con los dibujos adjuntos. Con el propósito de concisión y claridad, en esta memoria descriptiva no se describen todas las características de una realización. Sin embargo, debe entenderse que deben tomarse múltiples decisiones específicas de la realización en un proceso de desarrollo de cualquier realización para realizar un objeto particular de un desarrollador, por ejemplo, conforme a esas restricciones relacionadas con un sistema y un negocio, y estas restricciones pueden cambiar a medida que las realizaciones difieran. Además, también debe entenderse que aunque el trabajo de desarrollo puede ser muy complicado y costoso en tiempo, para los expertos en la técnica que se benefician de la presente divulgación, tal trabajo de desarrollo es solo una tarea rutinaria.

15 20 Aquí, debe también tenerse en cuenta que con el fin de evitar oscurecer la presente invención debido a detalles innecesarios, en el dibujo adjunto solo se ilustra una estructura de dispositivo y/o pasos de procesamiento estrechamente relacionados con la solución de acuerdo con la presente invención, y se omiten otros detalles que tienen poca relación con la presente invención.

<Primera realización>

25 30 La Figura 1 muestra un diagrama de bloques estructural de un aparato 100 para la comunicación inalámbrica de acuerdo con una realización de la presente divulgación. El aparato 100 incluye: una unidad 101 de determinación de ubicación, configurada para determinar una partición de célula correspondiente a una ubicación geográfica de un dispositivo de comunicación, cada una de las células incluye múltiples particiones de célula; y una unidad 102 de determinación de piloto, configurada para determinar una secuencia piloto de enlace ascendente correspondiente a la partición de célula como una secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo de comunicación.

35 40 Específicamente, el aparato 100 está configurado para, por ejemplo, asignar una secuencia piloto de enlace ascendente para un dispositivo de comunicación, de modo que el dispositivo de comunicación pueda realizar la transmisión de datos de enlace ascendente utilizando la secuencia piloto de enlace ascendente asignada. El aparato 100 puede aplicarse, por ejemplo, en un sistema de comunicación de MIMO. Como ejemplo, el aparato 100 puede estar ubicado en cada uno de los puntos de acceso o en un lado de la estación base, y está configurado para determinar la secuencia piloto de enlace ascendente para el dispositivo de comunicación dentro de su rango de servicio. En general, un enlace de comunicación desde un nodo de servicio al dispositivo de comunicación se conoce como un enlace descendente, y un enlace de comunicación desde el dispositivo de comunicación al nodo de servicio se conoce como un enlace ascendente. Como se describe en el ejemplo anterior, el nodo de servicio en la presente divulgación, está configurado para asignar una secuencia piloto a un equipo de usuario, la secuencia piloto se transmite al nodo de servicio desde el equipo de usuario. Específicamente, la unidad 102 de determinación de piloto puede determinar múltiples secuencias piloto de enlace ascendente, es decir un grupo de secuencias piloto de enlace ascendente, y las secuencias piloto de enlace ascendente en el grupo son ortogonales entre sí.

45 50 El dispositivo de comunicación aquí descrito puede ser un equipo de usuario, tal como un terminal móvil, un vehículo, un dispositivo portátil inteligente, etc. Cabe señalar que el dispositivo de comunicación en la presente divulgación también puede ser una infraestructura para proporcionar un servicio, tal como una estación base de célula pequeña. En un caso en que el dispositivo de comunicación es la estación base de célula pequeña, el aparato 100, por ejemplo, ubicado en una macro estación base, determina una secuencia piloto para la estación base de célula pequeña, como describió anteriormente. Aquí, por ejemplo, un enlace de comunicación desde la macro estación base a la estación base de célula pequeña, en la presente divulgación, se considera un enlace descendente, y un enlace de comunicación desde la estación base de célula pequeña a la macro estación base se considera un enlace ascendente. En otras palabras, la presente divulgación no se limita a las entidades de comunicación correspondientes a un enlace ascendente tradicional y un enlace descendente tradicional. En un caso

5 en que un primer dispositivo de comunicación debe determinar un estado de canal de un segundo dispositivo de comunicación dentro de un rango de cobertura de señal del mismo del primer dispositivo de comunicación para asignar un piloto al segundo dispositivo de comunicación, la presente divulgación se aplica considerando que el enlace de comunicación desde el segundo dispositivo de comunicación al primer dispositivo de comunicación es el enlace ascendente.

En la realización, cada una de las células se divide en múltiples particiones de célula. La partición de célula aquí puede ser una partición sectorial tradicional, o puede ser una partición, que tiene una forma diferente y está dividida de acuerdo con otro principio. La manera específica de dividir se describirá en detalle más adelante.

10 La unidad 101 de determinación de ubicación determina una partición de célula, donde está ubicada una ubicación geográfica del dispositivo de comunicación, y proporciona información sobre la partición de célula a la unidad 102 de determinación de piloto, de modo que la unidad 102 de determinación de piloto puede determinar una secuencia piloto de enlace ascendente correspondiente a la partición de célula como una secuencia piloto de enlace ascendente a ser utilizada por el dispositivo de comunicación.

15 En la realización, después de que la unidad 101 de determinación de ubicación determina que la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación cambia a otra partición de célula, la unidad 102 de determinación de piloto determina una secuencia piloto de enlace ascendente correspondiente a la partición de célula modificada como la secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo de comunicación. En otras palabras, el aparato 100 puede determinar la secuencia piloto de enlace ascendente para el dispositivo de comunicación de forma dinámica. Específicamente, la unidad 101 de determinación de ubicación puede determinar periódicamente la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación para determinar si la ubicación geográfica cambia a otra partición de célula. Alternativamente, la unidad 101 de determinación de ubicación puede realizar la determinación en un caso en que un cambio en la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación exceda en una cierta medida. En algunos ejemplos, la unidad 101 de determinación de ubicación detecta activamente la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación para realizar la determinación. En otros ejemplos, la unidad 101 de determinación de ubicación determina la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación mediante un informe de ubicación geográfica del dispositivo de comunicación, por ejemplo.

25 Específicamente, la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación puede caracterizarse por al menos uno de: una dirección del ángulo de llegada del dispositivo de comunicación; una dirección del ángulo de llegada y una distancia del dispositivo de comunicación al aparato 100; coordenadas geográficas/coordenadas geodésicas, tales como longitud y latitud del dispositivo de comunicación; y un ID de una célula pequeña donde está ubicado el dispositivo de comunicación. Específicamente, por ejemplo, en un caso en que la unidad 101 de determinación de ubicación detecte activamente la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación, la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación puede caracterizarse, por ejemplo, por la dirección del ángulo de llegada o la dirección del ángulo de llegada y la distancia desde el dispositivo de comunicación al aparato 100. Por ejemplo, en un caso en que la unidad 101 de determinación de ubicación determine, en base al informe de ubicación geográfica del dispositivo de comunicación, la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación puede caracterizarse, por ejemplo, por la longitud y la latitud del dispositivo de comunicación o el ID de la célula pequeña donde está ubicado el dispositivo de comunicación.

30 En un sistema de comunicación real, un punto de acceso puede utilizar una matriz de antenas lineales uniformemente espaciadas unidimensional o una matriz de antenas bidimensional. La Figura 2 muestra un ejemplo de la matriz de antenas bidimensional, en el cual, un punto negro representa una antena  $D_1$  y  $D_2$  dispuesta que representa el intervalo de la antena en una dirección horizontal y en una dirección vertical, respectivamente, y una línea continua con una flecha representa una dirección para recibir una señal como un ejemplo. La Figura 2 solo muestra nueve antenas, sin embargo, es solo ejemplar, y el tamaño de antenas no está limitado a ello. Además, en un caso en que se utilice una matriz unidimensional, solo se pueden utilizar las antenas en el eje y.

35 Específicamente, el ángulo  $\theta$  es un ángulo de llegada en la dirección horizontal, y el ángulo  $\beta$  es un ángulo de llegada en la dirección vertical. Puesto que la altura de la antena es conocida, el ángulo  $\beta$  también puede reflejar una distancia del dispositivo de comunicación al aparato 100. En un ejemplo de la presente divulgación, la matriz de antenas bidimensional se configura para el punto de acceso. La unidad 100 de determinación de ubicación provista en el lado del punto de acceso determina un ángulo  $\theta$  de llegada en la dirección horizontal y un ángulo  $\beta$  de llegada en la dirección vertical de una señal recibida desde el dispositivo de comunicación, y determina y caracteriza la ubicación geográfica (que incluye la información sobre la dirección y la distancia) del dispositivo de comunicación en base al ángulo  $\theta$  de llegada en la dirección horizontal y al ángulo  $\beta$  de llegada en la dirección vertical. En otro ejemplo de la presente divulgación, la matriz de antenas unidimensional se configura para el punto de acceso. La unidad 101 de determinación de ubicación provista en el lado del punto de acceso determina un ángulo  $\theta$  de llegada en la dirección horizontal de una señal recibida desde el dispositivo de comunicación, y determina y caracteriza la ubicación geográfica (que incluye la información sobre una dirección) del dispositivo de comunicación en base al ángulo  $\theta$  de llegada en la dirección horizontal. Además, el punto de acceso provisto con la matriz de antenas

unidimensional puede además estimar, en base al avance temporal del dispositivo de comunicación o a la pérdida de trayectoria de la señal y similares, una distancia desde el dispositivo de comunicación al punto de acceso, y caracterizar la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación de acuerdo con el ángulo  $\theta$  y la distancia estimada.

5 Además, por ejemplo, en un caso en que la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación se determine en base al informe de ubicación geográfica del dispositivo de comunicación, la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación también puede representarse por las coordenadas geodésicas, tales como la longitud y la latitud, o el ID de la célula pequeña donde está ubicado el dispositivo de comunicación. Específicamente, el dispositivo de comunicación, por ejemplo, informa la información sobre la longitud y la latitud determinadas por un módulo de GPS del mismo al aparato 100, para la utilización por la unidad 101 de determinación de ubicación para determinar.  
 10 Además, por ejemplo, el punto de acceso donde está ubicado el aparato 100 es una macro estación base, y la información sobre células pequeñas que tienen un rango de cobertura relativamente pequeño desplegado dentro de un rango de cobertura de la macro estación base es conocido de antemano por la macro estación base o puede consultarse, por ejemplo, a través de una base de datos mediante la macro estación base. En este caso, un ID de la célula pequeña puede reflejar la ubicación geográfica de la célula pequeña dentro del rango de la macrocélula. En un caso en que el dispositivo de comunicación esté ubicado dentro del rango de cobertura de la célula pequeña, el dispositivo de comunicación puede recibir el ID de la célula pequeña difundido por la célula pequeña y retroalimentar el ID de la célula pequeña a la macrocélula. La unidad 101 de determinación de ubicación puede adquirir la ubicación del dispositivo de comunicación en base al ID de la célula pequeña y a la información de implementación de la célula pequeña conocida por la macrocélula de antemano o consultando la base de datos. En un caso en que el aparato 100 esté ubicado fuera de la macro estación base, el aparato 100 también puede adquirir la ubicación del dispositivo de comunicación desde la macrocélula a través de una interfaz de comunicación con la macro estación base.

<Segunda realización>

25 La Figura 3 es un diagrama de bloques estructural que muestra un aparato 200 para la comunicación inalámbrica de acuerdo con otra realización de la presente divulgación. Además de los componentes iguales a los de la Figura 1, el aparato 200 incluye además: una unidad 201 de recepción, configurada para recibir información que indica la ubicación geográfica transmitida por el dispositivo de comunicación; y una 202 unidad de transmisión, configurada para transmitir información, que indica la secuencia piloto de enlace ascendente, al dispositivo de comunicación a través de una señalización de control dedicada, para asignar la secuencia piloto de enlace ascendente al dispositivo de comunicación.

La información que indica la ubicación geográfica aquí descrita puede ser información de ubicación explícita (para por ejemplo, información de posicionamiento de GPS), o puede ser una señal normal que refleja implícitamente la información de ubicación. El aparato 200 puede obtener información, tal como una dirección del ángulo de llegada, avance temporal, pérdida de trayectoria o similar en la señal normal, y deducir aproximadamente la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación.

Después de que la unidad 102 de determinación de piloto determine la secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo de comunicación, la unidad 202 de transmisión transmite la información de indicación, correspondiente a la secuencia piloto de enlace ascendente, al dispositivo de comunicación. El dispositivo de comunicación determina la secuencia piloto de enlace ascendente a ser utilizada en base a la información de indicación recibida. La información de indicación puede ser un índice que representa la secuencia piloto de enlace ascendente, o puede ser la secuencia piloto de enlace ascendente en sí. Como ejemplo, la secuencia piloto de enlace ascendente puede ser una secuencia de referencia para una Señal de Referencia de Sondeo (SRS) o una Señal de Referencia de Demodulación en el estándar de LTE.

45 Específicamente, la unidad 202 de transmisión puede transmitir la información de indicación descrita anteriormente a través de la señalización de control dedicada (una señalización de capa alta), tal como una señalización de control de recursos de radio (RRC) en el estándar de LTE. Específicamente, por ejemplo, la información de indicación descrita anteriormente se incluye en el elemento de información de configuración de enlace ascendente de la señal de referencia de sondeo (SoundingRS-UL-Config IE). Más específicamente, la información de indicación es, por ejemplo, un índice de configuración de SRS (SRS-ConfigIndex).

Alternativamente, también se puede notificar al dispositivo de comunicación de la secuencia piloto de enlace ascendente a ser utilizada de la siguiente manera: una estación base (o el aparato 200) contiene un rango geográfico de cada una de las particiones de célula y una secuencia piloto de enlace ascendente correspondiente a la partición de célula en la información de difusión, para difundirla a todos los usuarios. Cada uno de los usuarios determina, en base a una ubicación geográfica de sí mismo y a la información de transmisión recibida, una partición de célula donde está ubicado el usuario y una secuencia piloto de enlace ascendente a ser utilizada. En este caso, para el dispositivo de comunicación no es necesario informar su ubicación geográfica.

Además, la unidad 201 de recepción puede estar además configurada para recibir información de patrón de piloto que incluye una correspondencia entre cada una de las particiones de célula y una secuencia piloto de enlace ascendente de la partición de célula desde un nodo central. La unidad 102 de determinación de piloto está configurada para determinar una secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo de comunicación en base a la información de patrón de piloto. En este caso, la asignación de piloto de enlace ascendente para todas las particiones de célula se gestiona de manera uniforme por el nodo central. La unidad 201 de recepción puede adquirir periódicamente la información de patrón de piloto desde el nodo central, o adquirir de forma renovada la información de patrón de piloto solo cuando el nodo central actualiza la información de patrón de piloto, o adquirir la información de patrón de piloto en una combinación de las dos formas descritas anteriormente. El nodo central proporciona información de patrón de piloto en varias particiones de célula incluidas en una célula para al menos una célula. Preferiblemente, el nodo central es un dispositivo de gestión, tal como un servidor, para administrar múltiples células, por ejemplo, un servidor en un lado de la red central o un súper controlador (SRC)/Cloud BB (banda básica) en una solución de red ilimitada (por ejemplo, C-RAN). En otro ejemplo, la unidad 201 de recepción puede configurarse adicionalmente para recibir información de secuencia piloto de enlace ascendente de una partición de célula de otra célula adyacente a la partición de célula donde está ubicado el dispositivo de comunicación. La unidad 102 de determinación de piloto está configurada para determinar, en base a la información de secuencia piloto de enlace ascendente de la partición de célula de otra célula, la secuencia piloto de enlace ascendente correspondiente a la partición de célula donde está ubicado el dispositivo de comunicación. Específicamente, en un caso en que el aparato se proporciona en el lado de la estación base, la unidad 201 de recepción intercambia la información de secuencia piloto de enlace ascendente correspondiente a la partición de célula con una estación base adyacente a través de, por ejemplo, una interfaz X2. Tomando en consideración la información de secuencia piloto de enlace ascendente de las particiones de célula de las células adyacentes, se puede evitar que las particiones de célula adyacentes utilicen la misma secuencia piloto de enlace ascendente tanto como sea posible. Al habilitar particiones de célula adyacentes para corresponder a diferentes secuencias piloto de enlace ascendente, se pueden reducir las interferencias causadas por la contaminación de piloto.

<Tercera realización>

A continuación, con referencia a la Figura 4, se describe un diagrama de bloques estructural de un aparato 300 para la comunicación inalámbrica de acuerdo con otra realización de la presente divulgación. Además de los componentes descritos en la Figura 3, el aparato 300 incluye además una unidad 301 de estimación de canal. En la realización, las particiones de célula adyacentes corresponden a diferentes secuencias piloto de enlace ascendente.

La unidad 201 de recepción está además configurada para recibir una señal que transporta una primera secuencia piloto de enlace ascendente, y la unidad 301 de estimación de canal está configurada para realizar, en base a la señal que transporta la primera secuencia piloto de enlace ascendente, la estimación de canal en un dispositivo de comunicación al que se asigna la primera secuencia piloto de enlace ascendente. Específicamente, la unidad 301 de estimación de canal realiza, en base a una ubicación geográfica del dispositivo de comunicación al que se asigna la primera secuencia piloto de enlace ascendente, el filtrado durante la estimación de canal, para obtener un resultado de estimación de canal que coincida con el dispositivo de comunicación.

Específicamente, puesto que los dispositivos de comunicación servidos por la estación base al mismo tiempo y la asignación de secuencias piloto de enlace ascendente entre los dispositivos de comunicación son conocidas por la estación base, la estación base puede determinar, en base a la información de secuencia piloto de enlace ascendente, qué dispositivo de comunicación transmite el piloto por sí mismo, y la unidad 301 de estimación de canal puede realizar el filtrado en base a la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación. Un objetivo del filtrado durante la estimación de canal es eliminar la contaminación de un mismo piloto transmitido por otro dispositivo de comunicación.

La Figura 5 es un diagrama de bloques estructural que muestra un ejemplo de la unidad 301 de estimación de canal. La unidad 301 de estimación de canal incluye: un módulo 3001 de estimación aproximada de canal, configurado para realizar, en base a la señal que transporta la primera secuencia piloto de enlace ascendente y a la primera secuencia piloto de enlace ascendente, la estimación aproximada de los coeficientes de canal; y un módulo 3002 de filtrado espacial, configurado para realizar, en base a la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación al que se asigna la primera secuencia piloto de enlace ascendente, el filtrado de la estimación aproximada de los coeficientes de canal.

Específicamente, pueden utilizarse diversas formas de estimación conocidas por el módulo 3001 de estimación aproximada de canal. Puesto que la unidad 102 de determinación de piloto determina diferentes secuencias piloto de enlace ascendente para las particiones de célula adyacentes, los diferentes usuarios que utilizan el mismo piloto sustancialmente no tendrían un mismo parámetro de ubicación como una dirección del ángulo de llegada o una distancia desde el usuario a la estación base o similar. En la práctica, para garantizar que los diferentes usuarios que utilizan el mismo piloto no tengan el mismo parámetro de ubicación, los parámetros de ubicación de los diferentes usuarios que utilizan el mismo piloto se pueden configurar para que sean diferentes por diseño especial. A

continuaación se muestra un ejemplo en conjunto con la Figura 6, donde cada uno de los hexágonos representa una célula, cada una de las células se divide en 12 particiones de célula y cada uno de los números etiquetado en cada una de las particiones de célula representa un índice de una secuencia piloto asignada a la célula. Por ejemplo, un índice de una secuencia piloto de una partición de célula dentro de una célula 0 en el centro es 2. En un caso en que el parámetro de ubicación sea un ángulo de llegada en la dirección horizontal, y un rango del ángulo de llegada en la dirección horizontal de una parte de las particiones de célula dentro de la célula 1 adyacente a la célula 0 es el mismo que el de desde la partición de célula, cuyo índice es 2, a la estación base de la célula 0, un índice de la secuencia piloto correspondiente a la parte de particiones de célula (una parte o la totalidad de la misma) dentro de la célula 1 descrita anteriormente, se le puede asignar un valor de índice, excepto 2 por diseño especial, para evitar las interferencias del usuario desde otra célula que tenga el mismo parámetro de ubicación.

En otras palabras, el parámetro de ubicación del usuario dentro de una partición de célula específica está limitado sustancialmente dentro de un cierto rango. En base a esto, el módulo 3001 de filtrado espacial realiza el filtrado espacial en base a la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación, reduciendo así significativamente el error cuadrático medio de la estimación de canal.

En un ejemplo, el módulo 3002 de filtrado espacial puede estar configurado para realizar el filtrado al realizar la transformada de Fourier discreta en la estimación aproximada para los coeficientes de canal y aplicando una ventana a un resultado de la transformada.

A continuaación, se describe una implementación del módulo 3001 de estimación aproximada de canal y del módulo 3002 de filtrado espacial mediante un ejemplo específico. Debe entenderse que la implementación del módulo 3001 de estimación aproximada de canal y del módulo 3002 de filtrado espacial no se limita a la siguiente descripción.

En primer lugar, el módulo 3001 de estimación aproximada de canal multiplica la señal que transporta la primera secuencia piloto de enlace ascendente con la primera secuencia piloto de enlace ascendente, para obtener la estimación aproximada de los coeficientes de canal. Luego, el módulo 3002 de filtrado espacial realiza la transformada de Fourier discreta en la estimación aproximada de los coeficientes de canal, aplica una ventana rectangular en un resultado de la transformada y, finalmente, realiza la transformada de Fourier discreta inversa en una señal obtenida después de aplicar la ventana, para obtener una estimación del coeficiente de canal.

En un ejemplo, una matriz de antenas lineales uniformemente espaciadas unidimensional se utiliza para el punto de acceso, y la transformada de Fourier discreta realizada es la transformada unidimensional. Una ubicación de la ventana rectangular se determina en base al rango de la dirección del ángulo de llegada del dispositivo de comunicación. Por ejemplo, un índice mínimo  $k_{\min}$  y un índice máximo  $k_{\max}$  de la ventana rectangular se determinan de acuerdo con la fórmula (1) de la siguiente manera.

$$\begin{cases} k_{\min} = \left\lfloor N - N \frac{D}{\lambda} \cos(\theta_{\min}) \right\rfloor \\ k_{\max} = \left\lfloor N - N \frac{D}{\lambda} \cos(\theta_{\max}) \right\rfloor \end{cases} \quad (1)$$

donde  $\theta_{\min}$  y  $\theta_{\max}$  son un ángulo mínimo de la dirección de llegada y un ángulo máximo de la dirección de llegada (ángulo de llegada en la dirección horizontal) dentro de una sección de detección, respectivamente,  $N$  es el número de puntos involucrados en la transformada de Fourier discreta y es generalmente mayor que el número de antenas del punto de acceso;  $D$  y  $\lambda$  son un espacio de antena y una longitud de onda de la señal recibida, respectivamente,  $\lfloor \cdot \rfloor$  representa una operación de redondeo.

Alternativamente, puede no realizarse la transformada de Fourier discreta, y la estimación aproximada para el canal de coeficientes se filtra directamente por un filtro como sigue.

$$x(n) = \begin{cases} \frac{k_{\max} - k_{\min}}{N}, n = 0 \\ \frac{1}{N} \frac{\exp\{j \frac{2\pi k_{\min}}{N} n\} - \exp\{j \frac{2\pi k_{\max}}{N} n\}}{1 - \exp\{j \frac{2\pi n}{N}\}}, n = 1, \dots, N - 1 \end{cases} \quad (2)$$

La definición para cada uno de los parámetros es la misma que la definición de los parámetros en la fórmula (1). En consecuencia, en el proceso de filtrado se puede utilizar la convolución lineal o la convolución circular. En un caso

en que se utilice la convolución circular, el proceso de filtrado se describe como sigue: 1) calcular un filtro en base a la sección de detección para la dirección del ángulo de llegada (como se muestra en la fórmula (2)); 2) rellenar con ceros una señal recibida para que la señal recibida tenga la misma longitud que la longitud N del filtro; 3) realizar la convolución circular en la señal de relleno con ceros recibida y en el filtro; 4) interceptar los primeros M componentes de una señal después de la convolución circular como un resultado de estimación de canal suponiendo que el número de antenas es M. En un caso en que se utilice la convolución lineal, el proceso de filtrado se describe como sigue: 1) calcular un filtro en base a una sección de detección para la dirección del ángulo de llegada (como se muestra en la fórmula (2)); 2) realizar la convolución lineal en una señal recibida y en el filtro; 3) suponiendo que el número de antenas es M, una señal después de la convolución tiene N + M - 1 componentes, superponer los últimos (M - 1) componentes en los primeros (M - 1) componentes; 4) interceptar los primeros M componentes como un resultado de estimación de canal.

En otro ejemplo, la matriz de antenas espaciada uniformemente bidimensional se utiliza para el punto de acceso (por ejemplo, como se muestra en la Figura 2), la transformada de Fourier discreta realizada es una transformada bidimensional. Una ubicación de la ventana rectangular se determina en base a la sección de detección, por ejemplo, un índice mínimo y un índice máximo de la ventana rectangular en la dirección horizontal se determinan como sigue.

$$\begin{cases} k_{\min}^h = \left[ N_h - N_h \frac{D_1}{\lambda} \cos(\beta_{\min}) \cos(\theta_{\min}) \right] \\ k_{\max}^h = \left[ N_h - N_h \frac{D_1}{\lambda} \cos(\beta_{\max}) \cos(\theta_{\max}) \right] \end{cases} \quad (3)$$

Un índice mínimo y un índice máximo de la ventana rectangular en la dirección vertical se determinan como sigue.

$$\begin{cases} k_{\min}^v = \left[ N_v - N_v \frac{D_2}{\lambda} \sin(\beta_{\max}) \right] \\ k_{\max}^v = \left[ N_v - N_v \frac{D_2}{\lambda} \sin(\beta_{\min}) \right] \end{cases} \quad (4)$$

donde  $[\theta_{\min}, \theta_{\max}]$  un rango de detección del ángulo de llegada en la dirección horizontal,  $[\beta_{\min}, \beta_{\max}]$  un rango de detección del ángulo de llegada en la dirección vertical,  $D_1$  es un espacio de antena en la dirección horizontal, y  $D_2$  es un espacio de antena en dirección vertical,  $\lambda$  es una longitud de onda de una señal recibida,  $N_h$  es el número de puntos involucrados en la transformada de Fourier discreta en la dirección horizontal y  $N_v$  es el número de puntos involucrados en la transformada de Fourier discreta en la dirección vertical. Del mismo modo, se puede utilizar una forma de filtrado en base a la convolución en lugar de la transformada de Fourier discreta, que no se describe aquí repetidamente.

La estimación de coeficientes de canal en la dirección horizontal y en la dirección vertical obtenida después de la transformada de Fourier discreta inversa son  $h_h$  y  $h_v$ , respectivamente. Se puede adquirir una estimación de canal completa combinando la estimación de canal adquirida en diversas direcciones a través de  $h_h \otimes h_v$  por ejemplo, donde  $\otimes$  representa el producto de Kronecker. Además, aunque anteriormente solo se describe una matriz de antenas con una única dirección de polarización, el método de estimación de canal anterior también se puede aplicar a un caso de polarización cruzada. Por ejemplo, la transformada y el procesamiento de filtrado descritos anteriormente se realizan en cada una de las direcciones de polarización, la estimación de los coeficientes de canal en una primera dirección de polarización es  $h'_h$  y  $h'_v$ , la estimación de los coeficientes de canal en una segunda dirección de polarización es  $h''_h$  y  $h''_v$ , y toda la estimación de los coeficientes de canal se puede representar mediante  $[h'_h \otimes h'_v, h''_h \otimes h''_v]$ . Se puede entender que, en un caso en que la matriz de antenas tenga más direcciones de polarización, la estimación de los coeficientes de canal en todas las direcciones de polarización se puede combinar de manera similar, para adquirir la estimación completa de los coeficientes de canal.

Además, se debe entender que aunque en el ejemplo descrito anteriormente se utiliza la ventana rectangular, se pueden utilizar otras funciones de ventanas, tales como la ventana de Hamming o la ventana de Blackman además de la ventana rectangular. De manera correspondiente, en el filtrado basado en convolución, se puede utilizar un filtro de dominio espacial adquirido al realizar la transformada de Fourier discreta inversa en la función de ventana descrita anteriormente.

El aparato 300 realiza la estimación de canal en base a la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación, mejorando así la precisión de la estimación de canal, reduciendo la contaminación de piloto y mejorando el rendimiento del sistema. Además, en un caso en que el dispositivo de comunicación transmita datos al aparato 300, el aparato 300 puede incluir además un módulo de demodulación (no mostrado en la Figura). El módulo de demodulación puede demodular una señal de datos utilizando el resultado de estimación de canal obtenido en la forma de estimación de canal descrita anteriormente, en un caso en que el dispositivo de comunicación transmita la secuencia piloto (por ejemplo, SRS) dentro de un ancho de banda de transmisión de datos, para obtener datos demodulados con mayor precisión.

En un ejemplo opcional de la presente divulgación, el aparato 300 incluye un módulo de sincronización (no mostrado en la Figura). El módulo 300 de sincronización realiza una operación de correlación en la primera secuencia piloto de enlace ascendente y la señal que transporta la primera secuencia piloto de enlace ascendente recibida por el aparato 300, para determinar un desplazamiento de la primera secuencia piloto de enlace ascendente y, por lo tanto, determinar la información sobre el avance temporal del dispositivo de comunicación que transmite la primera secuencia piloto de enlace ascendente y la proporciona al dispositivo de comunicación, sincronizando así el dispositivo de comunicación con el aparato 300. En el ejemplo opcional, al menos ya que la secuencia piloto se asigna previamente en base a las interferencias entre particiones de célula, el avance temporal determinado por el módulo de sincronización para un dispositivo de comunicación correspondiente a un piloto de enlace ascendente específico sería más preciso.

Además, la célula aquí descrita puede incluir una macrocélula y una célula pequeña. Es decir, la realización de la presente divulgación se puede aplicar a un escenario de red heterogénea. En un caso en que se incluya la célula pequeña, el número de particiones de célula dentro de la célula pequeña puede ser menor que el número de particiones de célula dentro de la macrocélula. Alternativamente, la célula pequeña no se divide y se sirve como una partición de célula en su totalidad.

La Figura 7 muestra un posible patrón de piloto en una red heterogénea de una sola célula, en la cual, un hexágono completo representa una macrocélula y un punto gris representa una célula pequeña. Suponiendo que el número de secuencias piloto de enlace ascendente ortogonales entre sí es 12, la macrocélula se divide uniformemente en 12 particiones de célula en base a un ángulo de llegada en la dirección horizontal al punto de acceso, también 4 células pequeñas están ubicadas dentro de la macrocélula, y cada una de las células pequeñas soporta 2 usuarios como máximo.

En un caso en que se utiliza un método tradicional, ya que es necesario para asegurar que las secuencias piloto de enlace ascendente utilizadas por los usuarios dentro de la célula pequeña y los usuarios dentro de la macrocélula son ortogonales entre sí, la macrocélula solo puede soportar cuatro usuarios cuando todas las células pequeñas están en un estado de servicio. Sin embargo, con el método de estimación de canal que incluye el filtrado de acuerdo con la realización, siempre que un ángulo de llegada de una célula pequeña se pueda distinguir de un ángulo de llegada de una partición de célula que utiliza la misma secuencia piloto de enlace ascendente que la célula pequeña, lo hará.

En la Figura 7, un número de una partición de macrocélula representa un número de una secuencia piloto de enlace ascendente utilizada por la partición de célula que se determina por la unidad 102 de determinación de piloto. Por ejemplo, se utiliza una secuencia 1 piloto de enlace ascendente por una partición de célula numerada 1. Las secuencias 1 y 2 piloto de enlace ascendente se utilizan por una célula pequeña numerada 1, las secuencias 3 y 4 piloto de enlace ascendente se utilizan por una célula pequeña numerada 2, las secuencias 5 y 6 piloto de enlace ascendente se utilizan por una célula pequeña numerada 3, y las secuencias 7 y 8 piloto de enlace ascendente se utilizan por una célula pequeña numerada 4. Un patrón de piloto ilustrado aquí es solo ejemplar, y no se limita al mismo, siempre que el patrón de piloto cumpla la siguiente condición: una partición de célula y una célula pequeña que utilizan la misma secuencia piloto de enlace ascendente se pueden distinguir por el ángulo de llegada, reduciendo así las interferencias entre el usuario de la célula pequeña y el usuario de la macrocélula mediante la operación de la unidad 301 de estimación de canal.

En el ejemplo, ya que una parte de las secuencias piloto de enlace ascendente se multiplexa entre la célula pequeña y la partición de célula de la macrocélula, el número de usuarios capaces de ser servidos por la macrocélula simultáneamente se eleva de 4 a 12, mejorando así significativamente el rendimiento general del sistema.

Además, aunque en la realización solo se da una forma de asignación de piloto en una red heterogénea de una sola célula, la conclusión es también aplicable a una red heterogénea de múltiples células.

<Cuarta realización>

En el proceso de describir el aparato para red inalámbrica en las realizaciones descritas anteriormente, es evidente que también se dan a conocer algunos procesamientos y métodos. De aquí en adelante, se ofrece una descripción

general de los métodos sin repetir algunos detalles dados a conocer anteriormente. Sin embargo, debe observarse que, aunque los métodos se dan a conocer en un proceso para describir el aparato para la comunicación inalámbrica, los métodos no emplean ciertamente o no se ejecutan ciertamente por los componentes mencionados anteriormente. Por ejemplo, las realizaciones del aparato para la comunicación inalámbrica pueden implementarse

5 parcial o completamente con hardware y/o firmware, y el método para la comunicación inalámbrica descrito a continuación puede ejecutarse completamente por un programa ejecutable por computadora, aunque el hardware y/o el firmware del aparato para la comunicación inalámbrica también pueden utilizarse por los métodos.

La Figura 8 es un diagrama de flujo que muestra un método para la comunicación inalámbrica de acuerdo con una realización de la presente divulgación, el método incluye: determinar una partición de célula correspondiente a una

10 ubicación geográfica de un dispositivo de comunicación, cada una de las células incluye múltiples particiones de célula (S11); y determinar una secuencia piloto de enlace ascendente correspondiente a la partición de célula como una secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo de comunicación (S12).

Específicamente, la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación se puede caracterizar por al menos uno de: una dirección del ángulo de llegada; una dirección del ángulo de llegada y una distancia desde el dispositivo de

15 comunicación a una estación base; coordenadas geográficas; y un ID de una célula pequeña donde está ubicado el dispositivo de comunicación.

En un ejemplo, en un caso en que en el paso S11 se determina que la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación cambia a otra célula pequeña, se determina una secuencia piloto de enlace ascendente de la célula

20 pequeña, a la que el dispositivo de comunicación cambia, como una secuencia piloto de enlace ascendente del equipo de usuario en el paso S12.

Como se muestra en un bloque de línea discontinua en la Figura 8, antes del paso S11, el método además puede incluir la recepción de información que indica la ubicación geográfica transmitida por el dispositivo de comunicación

25 (S21). Además, después del paso S12, el método puede incluir además transmitir información de indicación de la secuencia piloto de enlace ascendente al dispositivo de comunicación a través de una señalización de control dedicada para asignar la secuencia piloto de enlace ascendente al dispositivo de comunicación (S22).

En un ejemplo, el método descrito anteriormente incluye además: recibir información de patrón de piloto que incluye una correspondencia entre cada una de las particiones de célula y una secuencia piloto de enlace ascendente de la

30 partición de célula de un nodo central (no mostrado en la Figura 8), y determinar, en base en la información de patrón de piloto, la secuencia piloto de enlace ascendente del equipo de usuario en el paso S12.

En otro ejemplo, el método descrito anteriormente puede incluir además la recepción de información de secuencia piloto de enlace ascendente de una partición de célula dentro de otra célula adyacente a la partición de célula donde

35 está ubicado el dispositivo de comunicación (no mostrado en la Figura 8); y determinar, en base a la información de secuencia piloto de enlace ascendente de la partición de célula dentro de otra célula, una secuencia piloto de enlace ascendente correspondiente a la partición de célula donde está ubicado el dispositivo de comunicación en S12.

Volviendo de nuevo a la Figura 8, para permitir que las particiones de célula adyacentes correspondan a diferentes secuencias piloto de enlace ascendente, el método descrito anteriormente puede incluir además: recibir una señal que transporta una primera secuencia piloto de enlace ascendente (S31); y realizar, en base a la señal que

40 transporta la primera secuencia piloto de enlace ascendente, la estimación de canal en el dispositivo de comunicación al que se asigna la primera secuencia piloto de enlace ascendente (S32), donde el filtrado se realiza durante la estimación de canal en base a la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación, al que se asigna la primera secuencia piloto de enlace ascendente, para obtener un resultado de estimación de canal que coincida con el dispositivo de comunicación.

En un ejemplo, el paso S32 incluye subpasos como se muestra en la Figura 9: realizar, en base a la señal que transporta la primera secuencia piloto de enlace ascendente y a la primera secuencia piloto de enlace ascendente, la

45 estimación aproximada en los coeficientes de canal (S321); y realizar, en base a la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación, al que se asigna la primera secuencia piloto de enlace ascendente, el filtrado en la estimación aproximada de los coeficientes de canal (S322).

En concreto, en el paso S322, el filtrado puede realizarse al realizar la transformada de Fourier discreta en la estimación aproximada para los coeficientes de canal y aplicando ventana al resultado de la transformada. En la

50 tercera realización se ha descrito en detalle una forma específica de la filtración, que ya no se repite aquí.

<Quinta realización>

La Figura 10 es un diagrama de bloques estructural que muestra un aparato 400 para la comunicación inalámbrica de acuerdo con una realización de la presente divulgación. El aparato 400 incluye: una unidad 401 de división,

configurada para dividir cada una de múltiples células en múltiples particiones de célula; y una unidad 402 de generación de patrón de piloto, configurada para corresponder múltiples secuencias piloto de enlace ascendente con las particiones de célula para generar un patrón de piloto, donde el patrón de piloto se genera en base a las interferencias de piloto entre diferentes particiones de célula que se corresponden con una misma secuencia piloto de enlace ascendente.

Se puede ver que el aparato 400 desempeña el papel de un nodo de control central, y asigna las secuencias piloto de enlace ascendente tomando en consideración, en general, las interferencias de piloto entre todas las particiones de célula dentro de un rango de control de las mismas.

Específicamente, la unidad 401 de división puede dividir cada una de las células en particiones de célula que tienen diferentes formas y tamaños. Por ejemplo, en un caso en que se utilice una matriz de antenas lineales uniformemente espaciadas unidimensional para un punto de acceso, se puede utilizar un método de división mostrado en la Figura 11, es decir, la célula se divide en diferentes particiones de célula solo en base a un ángulo de llegada en dirección horizontal al punto de acceso. El método de división es simple y fácil de implementar, en el cual, solo se consideran principalmente las interferencias en la dirección horizontal. En un caso en que se utilice una matriz de antena bidimensional, tal como una matriz plana espaciada uniformemente (mostrada en la Figura 2) para el punto de acceso, el punto de acceso no solo tiene una resolución en la dirección horizontal, sino que también tiene una resolución en la dirección vertical. En este caso, en la división puede considerarse tanto el ángulo (el ángulo de llegada en la dirección horizontal) como una distancia/un ángulo de llegada en la dirección vertical, mejorando así la precisión del sistema. En la Figura 12 se muestra un posible método de división.

Hay que señalar que, la Figura 11 y la Figura 12 solo muestran dos casos especiales en la división. La división real se puede determinar en base al despliegue de la célula, y la partición de célula se puede diseñar para que tenga una forma irregular en base, por ejemplo, a la precisión de detección para la ubicación geográfica del equipo de usuario.

En un ejemplo, la unidad 401 de división está configurada para dividir la célula en particiones de célula en base a un estado de distribución de los dispositivos de comunicación dentro de la célula. Por ejemplo, en un caso en que una célula pequeña se encuentre en estado inactivo, ya que hay equipo de usuario al que debe servir la célula pequeña dentro de un período de tiempo preestablecido, la unidad 401 de división puede volver a dividir la célula en particiones de célula sin considerar la célula pequeña como una partición de célula. La unidad 402 de generación de patrón de piloto regenera un patrón de piloto en un caso en el que la división de la célula cambia. El cambio aquí puede significar que el cambio en la división de la célula excede un cierto grado, que puede medirse de acuerdo con diversos estándares. Se puede ver que, en este caso, el patrón de piloto se actualiza dinámicamente y se puede controlar una frecuencia de actualización.

Preferiblemente, después de que la célula se divida en particiones de célula, la unidad 402 de generación de patrón de piloto está configurada para generar un patrón de piloto en base a las interferencias de piloto entre diferentes particiones de célula que se corresponden a una misma secuencia piloto de enlace ascendente.

Por ejemplo, la unidad 402 de generación de patrón de piloto puede generar el patrón de piloto minimizando una función de coste como sigue.

$$R_1 = f_1(\mathbf{p}) \quad (5)$$

donde  $\mathbf{p}$  representa un patrón de piloto, la función  $f_1$  de coste es una función en proporción directa a un promedio de interferencias entre células, y la función  $f_1$  de coste se utiliza para medir el promedio de interferencias entre células nacidas por el sistema en un caso en que se utiliza el patrón  $\mathbf{p}$  de piloto.

Como un ejemplo, en un caso en que una matriz de antenas lineales uniformemente espaciadas unidimensional se utilice para el punto de acceso, para minimizar las interferencias entre células, la función  $f_1$  de coste puede seleccionarse como:

$$f_1 = \sum_m \sum_l \sum_s R_{msl} = \sum_m \sum_l \sum_s \frac{|\mathbf{t}(\theta_{msm})^H \mathbf{t}(\theta_{msl})|}{d_{msl}^\gamma} \quad (6)$$

donde  $R_{msl}$  es una métrica para medir una interferencia de un usuario virtual ubicado en el centro de una  $s$ -ésima partición de célula dentro de una  $l$ -ésima célula en una  $s$ -ésima partición de célula en una  $m$ -ésima célula,  $\theta_{msm}$  es un ángulo de llegada de un usuario virtual ubicado en el centro de la  $s$ -ésima partición de célula dentro de la  $m$ -ésima célula con respecto a un punto de acceso en la  $m$ -ésima célula,  $\theta_{msl}$  es un ángulo de llegada de un usuario virtual ubicado en el centro de la  $s$ -ésima partición de célula dentro de la  $l$ -ésima célula con respecto al punto de acceso en la  $m$ -ésima célula,  $d_{msm}$  es una distancia desde un usuario virtual ubicado en el centro de la  $s$ -ésima

partición de célula dentro de la m-ésima célula al punto de acceso en la m-ésima célula,  $\gamma$  es un índice de pérdida de trayectoria definido de antemano, y un vector  $\mathbf{t}(\theta) = [\cos(\theta), \sin(\theta)]^T$  es un vector de dirección en una longitud de unidad. El centro de la partición de célula en el presente documento, por ejemplo, se refiere a un centro de gravedad geométrico de la partición de célula.

5 En la fórmula (6), el numerador es para medir un grado de correlación entre los ángulos de dirección de llegada de diferentes usuarios con respecto a un determinado punto de acceso y el denominador es para medir una distancia desde una partición de célula interferente a un punto de acceso dentro de la célula interferida. Dado que las interferencias entre células están relacionadas tanto con la dirección del ángulo de llegada como con la distancia del usuario interferente, las interferencias entre células nacidas por todos los usuarios dentro del sistema completo se miden con precisión mediante la fórmula (6) anterior.

En otro aspecto, en un caso en que se utiliza la matriz de antenas bidimensional (como se muestra en la Figura 2) para el punto de acceso, para minimizar las interferencias entre células, la función  $f_1$  de coste se representa como:

$$f_1 = \sum_m \sum_l \sum_s R_{msl} = \sum_m \sum_l \sum_s \frac{|\mathbf{t}(\theta_{msm}, \beta_{msm})^H \mathbf{t}(\theta_{msl}, \beta_{msl})|}{d_{msl}^\gamma} \quad (7)$$

15 donde  $\theta_{msm}$  es un ángulo de llegada de distancia de visión en la dirección horizontal de un usuario virtual ubicado en el centro de una s-ésima partición de célula dentro de una m-ésima célula con respecto a un punto de acceso en la m-ésima célula,  $\theta_{msl}$  es un ángulo de llegada de distancia de visión en la dirección horizontal de un usuario virtual ubicado en el centro de una s-ésima partición de célula dentro de la l-ésima célula con respecto a un punto de acceso en la m-ésima célula,  $\beta_{msm}$  es un ángulo de llegada de distancia de visión en la dirección vertical de un usuario virtual ubicado en el centro de la s-ésima partición de célula dentro de la m-ésima célula con respecto al punto de acceso en la m-ésima célula,  $\beta_{msl}$  es un ángulo de llegada de distancia de visión en la dirección vertical de un usuario virtual ubicado en el centro de la s-ésima partición de célula dentro de la l-ésima célula con respecto al punto de acceso en la m-ésima célula. Un vector de dirección en una longitud de unidad se representa como la fórmula (8).

$$\mathbf{t}(\theta, \beta) = [\cos(\theta) \cos(\beta) \quad \sin(\theta) \cos(\beta) \quad \sin(\beta)]^T \quad (8)$$

25 Anteriormente, se ha dado una forma específica de la función de coste, sin embargo, la función de coste no se limita a esto, y se puede utilizar cualquier función de coste que pueda reflejar las interferencias promedio entre células nacidas por el sistema. Además, el patrón de piloto se puede generar al maximizar una función de utilidad como sigue.

$$R_2 = f_2(\mathbf{p}) \quad (9)$$

30 donde la función  $f_2$  es una función en proporción directa a la tasa de suma de la célula, y se utiliza para medir el rendimiento del sistema cuando se utiliza el patrón  $\mathbf{p}$  de piloto.

A continuación, se describe cómo la unidad 402 de generación de patrón de piloto genera el patrón de piloto utilizando la función  $f_1$  de coste. Se puede entender que, sin considerar la complejidad, la función  $f_1$  de coste se puede minimizar al realizar una búsqueda transversal en todas las particiones de célula para generar el patrón de piloto. Sin embargo, la complejidad computacional en este caso es muy alta.

Como ejemplo, la unidad 402 de generación de patrón de piloto puede estar configurada para, con respecto a una partición de célula a la que se ha asignado una secuencia piloto de enlace ascendente, calcular interferencias de la partición de célula en todas las particiones de célula adyacentes a la partición de célula y asignar la misma secuencia piloto de enlace ascendente a una partición de célula adyacente en la que la interferencia es mínima.

40 Volviendo de nuevo a la Figura 11, por ejemplo, las secuencias piloto de enlace ascendente se han asignado para las 12 particiones de célula de la célula (célula 0) en el centro. Los números del 1 al 12 se utilizan para representar las particiones de célula y las secuencias piloto de enlace ascendente asignadas ortogonales entre sí (o grupos de secuencias piloto de enlace ascendente). Las particiones de célula adyacentes de estas particiones de célula se definen como todas las demás particiones de célula dentro de una línea discontinua gruesa en un ejemplo. Para una partición de célula, por ejemplo, la partición 1 de célula a la que se ha asignado la secuencia piloto de enlace ascendente, se selecciona una partición de célula en las particiones de célula adyacentes en las que la interferencia es mínima y se asigna la misma secuencia piloto de enlace ascendente. La interferencia por ejemplo se puede medir por  $R_{msl}$  en la fórmula (6) descrita anteriormente. La operación descrita anteriormente se repite, hasta que no se puedan buscar particiones de célula adyacentes para las particiones de célula (es decir, particiones 1 a 12 de célula)

a las que se han asignado las secuencias piloto de enlace ascendente. Para las particiones de célula restantes, se puede utilizar una forma de asignación de piloto en base a una búsqueda transversal. Volviendo a la Figura 6, muestra un ejemplo de un patrón de piloto adquirido por el proceso de asignación de piloto descrito anteriormente.

5 Además, para una partición de célula restante, también se puede utilizar un modo de asignación de piloto en el que se asigna una secuencia piloto de enlace ascendente diferente de la secuencia piloto de enlace ascendente de cada una de las particiones de célula directamente adyacentes a la partición de célula restante, para reducir aún más la complejidad computacional. Debe entenderse que la Figura 11 y la Figura 6 solo muestran ejemplos de la división de células y la generación del patrón de piloto, un alcance de aplicación de la presente divulgación no se limita a esto.

10 Debe observarse que aunque se asigna una sola secuencia piloto de enlace ascendente a cada una de las particiones de célula en el ejemplo anterior, también puede asignarse un grupo de secuencias piloto de enlace ascendente a cada una de las particiones de célula. Las secuencias piloto de enlace ascendente en cada uno de los grupos de las secuencias piloto de enlace ascendente son ortogonales entre sí. Además, diferentes grupos de secuencias piloto de enlace ascendente pueden asignarse a particiones de célula adyacentes, para reducir las interferencias entre usuarios.

15 Como se describió anteriormente, las múltiples células descritas anteriormente pueden incluir una macrocélula y una célula pequeña, y el número de particiones de célula dentro de la célula pequeña es menor que el número de particiones de célula dentro de la macrocélula.

20 Además, como un ejemplo, en un caso en que un rango de cobertura de la célula pequeña es pequeño, la célula pequeña puede no dividirse, y la célula pequeña se considera como una partición de célula como un todo. En este caso, la unidad 401 de división solo divide la macrocélula.

25 En un método tradicional, para asegurar que no hay interferencias mutuas entre un usuario de la célula pequeña y un usuario de la macrocélula, tanto el usuario de la macrocélula como el usuario de la célula pequeña utilizan pilotos ortogonales entre sí. En este caso, para garantizar la ortogonalidad de los pilotos, se reduce el número de usuarios soportados por la macrocélula. Con la tecnología de acuerdo con la realización, la célula pequeña también se considera una fuente de interferencia y se puede aumentar el número de usuarios servidos por la macrocélula con el patrón de piloto resultante, mejorando así significativamente el rendimiento general del sistema.

30 Para facilitar la comprensión de la mejora para el rendimiento del sistema acuerdo con la realización, a continuación se da un ejemplo de simulación específico. En el ejemplo, se adopta la construcción de células y el modo de división de células mostrados en la Figura 11. Es decir, suponiendo que hay siete células homogéneas y la matriz de antenas lineales uniformemente espaciadas unidimensional se utiliza para el punto de acceso, el número de usuarios en cada una de las células es 12 y cada una de las células se divide en doce particiones de célula en base a un rango de un ángulo de llegada en la dirección horizontal al punto de acceso, y suponiendo que los rangos de los ángulos de llegada de las particiones de célula al punto de acceso de las mismas son los mismos. La célula en el centro es una célula objetivo y un objeto de la investigación de simulación son las interferencias entre células  
35 sometidas por un usuario en la célula objetivo y una tasa de datos de enlace ascendente más alta alcanzable y una tasa de datos de enlace descendente más alta alcanzable. El método tradicional se compara con el caso de utilizar el aparato 300 de acuerdo con la tercera realización.

40 Como se describió anteriormente, un patrón de piloto mostrado en la Figura 6 se genera de la manera de acuerdo con la realización. En la Figura 6, un número de cada una de las particiones de célula representa un número de secuencia de un grupo de secuencias piloto de enlace ascendente utilizado por la partición de célula, es decir, un grupo 1 de secuencias piloto de enlace ascendente se utiliza por los usuarios dentro de la partición de célula numerada 1.

En la simulación se utiliza un modelo de canal de múltiples trayectorias como sigue.

$$\mathbf{h}_{ml} = \frac{1}{\sqrt{P}} \sum_{p=1}^P \mathbf{a}(\theta_p) \gamma_p \quad (10)$$

45 donde  $\mathbf{h}_{ml}$  es un vector de canal de un usuario dentro de una l-ésima célula a un punto de acceso de una m-ésima célula,  $p$  es el número de múltiples trayectorias,  $\theta_p$  es un ángulo de llegada desde una p-ésima trayectoria hasta el punto de acceso de la m-ésima célula;  $\gamma_p$  es un coeficiente de desvanecimiento de gran escala de una p-ésima trayectoria, un vector  $\mathbf{a}(\theta)$  es un vector de gradiente del ángulo  $\theta$  de llegada, que se representa como:

$$\mathbf{a}(\theta) = \left[ 1, \exp\left\{-j2\pi \frac{D}{\lambda} \cos(\theta)\right\}, L, \exp\left\{-j2\pi \frac{(M-1)D}{\lambda} \cos(\theta)\right\} \right]^T \quad (11)$$

donde D es un espacio entre las antenas del punto de acceso,  $\lambda$  es una longitud de onda de la señal recibida, L es el número de una célula (de 0 a 6 en el ejemplo). Otros parámetros utilizados en la simulación se describen específicamente a continuación: un radio de la célula es igual a 500 metros, un coeficiente de pérdida de trayectoria es igual a 3,5, la variación de desvanecimiento de la sombra es igual a 8 dB, una frecuencia portadora es igual a 2 GHz, un espacio entre las antenas es la mitad de la longitud de onda de señal, el número de múltiples trayectorias es igual a 50 y la dispersión angular es igual a 10 grados. Específicamente, una distribución de dispersión angular tiene dos modelos de distribución, uno de los modelos de distribución es una distribución uniforme, que puede garantizar que los ángulos de llegada de usuarios dentro de diferentes particiones de célula no se superpongan entre sí y la otra de las distribuciones es una distribución gaussiana con una desviación estándar de 10 grados. Además, para garantizar que los usuarios en una misma célula puedan distinguirse por medios asistidos por piloto, se adopta un algoritmo de precodificación de cero forzado para precodificar los datos de enlace descendente y se adopta un algoritmo de detección de cero forzado para detectar datos de enlace ascendente. Para simplificar el análisis, aquí solo se muestra el resultado de un análisis para un usuario en la partición 1 de célula.

Primero se analiza un error cuadrático medio de estimación de canal para el punto de acceso y el error cuadrático medio en simulación se calcula como sigue.

$$MSE(dB) = 10 \log_{10} \left( \frac{E\{\|\hat{\mathbf{h}} - \mathbf{h}\|^2\}}{E\{\|\mathbf{h}\|^2\}} \right) \quad (12)$$

donde el vector  $\mathbf{h}$  es un vector de un coeficiente de canal real, y  $\hat{\mathbf{h}}$  es un vector de un coeficiente de canal estimado.

La Figura 13 es un resultado de simulación del error cuadrático medio de la estimación de canal, con respecto a los dos modelos de distribución de dispersión angular, es decir, la distribución uniforme y la distribución gaussiana, respectivamente. Específicamente, en el método tradicional, solo se realiza una estimación aproximada de canal con la asistencia de piloto y no se realiza el procesamiento de filtrado posterior en base a la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación. Además, se muestra un método de filtrado de acuerdo con la realización y el método de filtrado incluye un método de filtrado en base a la transformada de Fourier discreta y un método de filtrado que utiliza convolución lineal.

Como se muestra en la Figura 13, en un caso en que los ángulos de llegada de los usuarios que utilizan un mismo grupo de secuencias piloto de enlace ascendente no se solapan entre sí, el error cuadrático medio de la estimación de canal se puede disminuir significativamente con el método de acuerdo con la presente divulgación, y el error cuadrático medio disminuye con el aumento del número de antenas del punto de acceso. Sin embargo, en un caso en que los ángulos de llegada de los usuarios que utilizan un mismo grupo de secuencias piloto de enlace ascendente se solapan entre sí, el error cuadrático medio de la estimación de canal puede no disminuirse significativamente con el método de acuerdo con la presente divulgación, y el error cuadrático de la estimación de canal no disminuye de manera correspondiente con el aumento del número de antenas del punto de acceso. Dado que con respecto a la dispersión angular para la distribución gaussiana, el ángulo de llegada no se limita completamente a un cierto rango, y una parte de las múltiples trayectorias se filtra por la ventana rectangular en el filtrado. En este caso, el error cuadrático medio de la estimación de canal no puede reducirse incluso en un caso en que se incremente el número de antenas del punto de acceso.

Aunque el resultado en la Figura 13 indica que en un caso en que los ángulos de llegada de los usuarios que utilizan una misma secuencia piloto de enlace ascendente se solapan entre sí, el error cuadrático medio de la estimación de canal para el punto de acceso no puede disminuirse significativamente, una simulación posterior indica que el método de acuerdo con la presente divulgación puede mejorar la capacidad del sistema de manera efectiva. Por consiguiente, primero se define una relación de señal de enlace ascendente a interferencia (SIR) y una relación de señal de enlace descendente a interferencia (SIR). Por ejemplo, una relación de señal de enlace ascendente a interferencia de una partición 1 de célula de la célula central (definida como célula 0) se calcula como sigue.

$$SIR_1^{enlace\ ascendente} = \frac{E\{\|A_{10} \mathbf{h}_{010}\|^2\}}{E\{\|A_{10} \sum_{i \neq 0} \mathbf{h}_{01i}\|^2\}} \quad (13)$$

dónde  $\mathbf{h}_{lsm}$  es un vector de coeficiente de canal de una s-ésima partición de célula en una m-ésima célula a un punto de acceso de una l-ésima célula, una matriz  $A_{sm}$  es una matriz de detección utilizada por un usuario dentro de la s-ésima partición de célula en la m-ésima célula y el algoritmo de detección de cero forzado se utiliza en la simulación.

Una relación de señal de enlace descendente a interferencia de la partición 1 de célula de la célula central se calcula como sigue.

$$SIR_1^{enlace\ descendente} = \frac{E\{\|\mathbf{h}_{010}^T \mathbf{W}_{10}\|^2\}}{E\{\|\sum_{i \neq 0} \mathbf{h}_{i10}^T \mathbf{W}_{i1}\|^2\}} \quad (14)$$

donde  $\mathbf{W}_{sm}$  es una matriz de precodificación utilizada por un usuario en la s-ésima partición de célula en la m-ésima célula y el algoritmo de precodificación de cero forzado se utiliza en la simulación.

5 La capacidad de canal de enlace ascendente y la capacidad de canal de enlace descendente se pueden calcular cada una en base a la relación de señal a interferencia y el método de cálculo se describe como sigue, respectivamente.

$$C_1^{enlace\ ascendente} = \log_2(1 + SIR_1^{enlace\ ascendente}) \quad (15)$$

$$C_1^{enlace\ descendente} = \log_2(1 + SIR_1^{enlace\ descendente}) \quad (16)$$

10 La Figura 14 es una capacidad de canal de enlace ascendente del usuario en la partición 1 de célula. Como se muestra en la Figura 14, aunque el error cuadrático medio de la estimación de canal no puede disminuirse en un caso de dispersión angular de la distribución gaussiana con la tecnología de la presente divulgación descrita anteriormente, la capacidad de canal de enlace ascendente también se puede aumentar con el aumento del número de antenas del punto de acceso. En comparación con la dispersión angular de la distribución uniforme, la capacidad de canal de enlace ascendente en un caso de la distribución gaussiana todavía tiene alguna pérdida. La Figura 15 es una capacidad de canal de enlace descendente del usuario en la partición 1 de célula. De manera similar a la Figura 14, independientemente de que la dispersión angular se ajuste a la distribución uniforme o a la distribución gaussiana, la capacidad de canal de enlace descendente se puede aumentar con el aumento del número de antenas del punto de acceso en el método de acuerdo con la presente divulgación. En comparación con el método tradicional, se obtiene una ganancia significativa en el método de acuerdo con la realización de la presente divulgación.

20 Debe entenderse que, el ejemplo del sistema es solo ilustrativo y no debe considerarse que limita el alcance de la presente divulgación.

<Sexta realización>

25 En la realización, el aparato para la comunicación inalámbrica es un nodo central en comunicación con múltiples células. La Figura 16 es un diagrama de bloques estructural que muestra un aparato 500 para la comunicación inalámbrica de acuerdo con la realización. Además de las unidades iguales a las de la Figura 8, el aparato 500 incluye una interfaz 501 de comunicación configurada para informar a cada una de las células del patrón de piloto correspondiente a la célula.

30 La interfaz 501 de comunicación puede transmitir el patrón de piloto en respuesta a una solicitud de la célula, o transmitir el patrón de piloto periódicamente o transmitir un patrón de piloto en un caso en que el patrón de piloto se genere de manera renovada.

Además, en un ejemplo, cada una de las múltiples células puede tener diferentes estados de encendido-apagado. La unidad 402 de generación de patrón de piloto está configurada para, con respecto a diferentes combinaciones de los estados de encendido-apagado de la célula, generar el patrón de piloto y almacenar como una tabla de mapeo.

35 Dado que un cambio en el estado de encendido-apagado de la célula afecta al estado de interferencia entre células, provoca que se cambie el patrón de piloto. En particular, en un caso en que una macrocélula incluya células pequeñas, se produce con más frecuencia un cambio en el estado de encendido/apagado de una célula pequeña, y la unidad 402 de generación de patrón de piloto puede generar un patrón de piloto con respecto a todas las combinaciones de estados de encendido-apagado y almacenar el patrón de piloto.

40 En consecuencia, la interfaz 501 de comunicación puede estar configurada para informar de manera renovada, en base a la tabla de mapeo, cada una de las células de un patrón de piloto correspondiente en un estado de encendido-apagado actual, en el caso que los estados de encendido-apagado de las células cambien. Específicamente, la información sobre las secuencias piloto de enlace ascendente que se asignan a cada una de las células pequeñas se transmite a una estación base correspondiente a la célula pequeña. Alternativamente, la interfaz 501 de comunicación puede realizar el informe periódicamente.

45

En la práctica, la unidad 402 de generación de patrón de piloto puede no almacenar de antemano los patrones piloto con respecto a todas las combinaciones de los estados de encendido-apagado y generar el patrón de piloto temporalmente según sea necesario.

5 Al generar el patrón de piloto con respecto a diferentes combinaciones de los estados de encendido-apagado de la célula, el aparato 500 puede proporcionar un patrón de piloto adecuado para un entorno actual a cada una de las células, mejorando así el rendimiento del sistema.

10 El aparato 400 y el aparato 500 pueden ser, como un componente (por ejemplo un chip de control), dispuesto en un dispositivo de gestión, tal como un servidor, para la gestión de múltiples células, por ejemplo un servidor en un lado de la red central, o un súper controlador (SRC)/Cloud BB (banda básica) en una solución de red sin límites (por ejemplo, C-RAN). Además, el aparato 400 y el aparato 500 anteriores también pueden ser un dispositivo de gestión en sí mismo, tal como un servidor para gestionar múltiples células. Los componentes regulares incluidos en el aparato 400 y el aparato 500 son los mismos que los componentes en la tecnología convencional, que ya no se describen repetidamente en la presente divulgación.

<Séptima realización>

15 En el proceso de describir el aparato para red inalámbrica en las realizaciones descritas anteriormente, obviamente, también se dan a conocer algunos procesamientos y métodos. De aquí en adelante, se ofrece una descripción general de los métodos sin repetir algunos detalles dados a conocer anteriormente. Sin embargo, debe observarse que, aunque los métodos se den a conocer en un proceso para describir el aparato para la comunicación inalámbrica, los métodos no emplean ciertamente o no se ejecutan ciertamente por los componentes mencionados  
20 anteriormente. Por ejemplo, las realizaciones del aparato para la comunicación inalámbrica pueden estar parcial o completamente implementadas con hardware y/o firmware, el método para la comunicación inalámbrica descrito a continuación puede ejecutarse completamente por un programa ejecutable por computadora, aunque el hardware y/o el firmware del aparato para la comunicación inalámbrica también pueden utilizarse por los métodos.

25 La Figura 17 es un diagrama de flujo que muestra un método para la comunicación inalámbrica de acuerdo con una realización de la presente divulgación, y el método incluye: dividir cada una de las múltiples células en múltiples particiones de célula (S41); y corresponder múltiples secuencias piloto de enlace ascendente con las particiones de célula, para generar un patrón de piloto (S42), donde el patrón de piloto se genera en base a las interferencias de piloto entre diferentes particiones de célula que corresponden a una misma secuencia piloto de enlace ascendente.

30 En el paso S41, la célula puede dividirse en las particiones de célula de acuerdo con un estado de distribución de los dispositivos de comunicación dentro de la célula. En un caso en que la división de la célula cambie, el paso S42 se ejecuta nuevamente para regenerar un patrón de piloto.

35 Las múltiples células descritas anteriormente incluyen una macrocélula y una célula pequeña, y el número de particiones de célula dentro de la célula pequeña es menor que el número de particiones de célula dentro de la macrocélula. Como ejemplo, la célula pequeña no se puede dividir y toda la célula pequeña se considera una partición de célula.

En un ejemplo, en el paso S42 se calculan las interferencias de la partición de célula, a la que la secuencia piloto de enlace ascendente está asignada en todas las particiones de célula adyacentes a la partición de célula, y una misma secuencia piloto de enlace ascendente se asigna a una partición de célula adyacente en el que la interferencia es mínima.

40 El método descrito anteriormente puede ejecutarse en un nodo central en comunicación con una estación base correspondiente a múltiples células. Como se muestra en un bloque de línea discontinua en la Figura 17, el método puede incluir además el informe a una estación base de cada una de las células del patrón de piloto correspondiente (S43).

45 Además, cada una de las múltiples células puede tener diferentes estados de encendido-apagado, respectivamente. En el paso S42, se genera un patrón de piloto con respecto a diferentes combinaciones de los estados de encendido-apagado de las células y se almacena como una tabla de mapeo. En este caso, en un caso en que cambien los estados de encendido-apagado de las células, el paso S43 se ejecuta nuevamente para informar a una estación base de cada una de las células de un patrón de piloto correspondiente en el estado de encendido-apagado actual en base a la tabla de mapeo.

50 Los detalles del método descrito anteriormente se han descrito en detalle en la quinta realización y la sexta realización, que no se repiten aquí más. En el método, el patrón de piloto se genera considerando, en general, la interferencia entre células, reduciendo así significativamente la contaminación de piloto y mejorando el rendimiento del sistema.

## &lt;Octava realización&gt;

A continuación, con referencia a la Figura 18 se describe un diagrama de bloques estructural de un dispositivo 600 electrónico de acuerdo con una realización de la presente divulgación. El dispositivo 600 electrónico incluye: una unidad 601 de determinación de secuencia piloto de enlace ascendente, configurada para determinar, en base a la información de indicación de la secuencia piloto de enlace ascendente asignada por una estación base, una secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo 600 electrónico; y una unidad 602 de determinación de ubicación, configurada para determinar un cambio en una ubicación geográfica del dispositivo 600 electrónico. En un caso en que las ubicaciones geográficas del dispositivo 600 electrónico antes y después de cambiar correspondan a diferentes particiones de célula, la unidad 601 de determinación de secuencia piloto de enlace ascendente actualiza la secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo 600 electrónico en base a la información de indicación de la secuencia piloto de enlace ascendente asignada por la estación base, y la secuencia piloto de enlace ascendente actualizada corresponde a una partición de célula correspondiente a la ubicación geográfica del dispositivo 600 electrónico después de cambiar.

La información de indicación de la secuencia piloto de enlace ascendente puede ser un índice que indica la secuencia piloto de enlace ascendente (por ejemplo, SRS-ConfigIndex en el estándar de LTE), y puede también ser la secuencia piloto de enlace ascendente en sí misma. Por ejemplo, en el estándar de LTE, la información de indicación puede incluirse en una señalización de control dedicada transmitida por la estación base, por ejemplo, una señalización de RRC. Además, la información de indicación puede incluirse además en una señal de difusión que incluye la información de asignación de piloto transmitida por la estación base. La unidad 601 de determinación de secuencia piloto de enlace ascendente determina la secuencia piloto de enlace ascendente para el dispositivo 600 electrónico analizando la señalización descrita anteriormente.

En un caso en que la información de indicación transmitida es el índice, el dispositivo 600 electrónico y la estación base tienen por ejemplo designada de antemano una correspondencia entre un índice y una secuencia piloto de enlace ascendente, y luego la unidad 601 de determinación de secuencia piloto de enlace ascendente puede determinar una secuencia piloto de enlace ascendente a ser utilizada correctamente.

La unidad 602 de determinación de ubicación determina si la ubicación del dispositivo 600 electrónico cambia, por ejemplo, si la ubicación del dispositivo 600 electrónico cambia a una partición de célula diferente de la partición de célula actual. En un caso en que se determine que la ubicación del dispositivo 600 electrónico cambia, esto significa que la secuencia piloto de enlace ascendente utilizada por el dispositivo 600 electrónico puede cambiar. Por lo tanto, la unidad 601 de determinación de secuencia piloto de enlace ascendente necesita actualizar la secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo 600 electrónico a una secuencia piloto de enlace ascendente correspondiente a la partición de célula después del cambio de ubicación geográfica en base a la información de indicación de la secuencia piloto de enlace ascendente asignada por la estación base. En un ejemplo de la presente divulgación, la unidad 602 de determinación de ubicación incluye un módulo de GPS para determinar el cambio en la ubicación. En otro ejemplo, la unidad 602 de determinación de ubicación recibe un ID de la célula pequeña difundido por una estación base de célula pequeña para determinar el cambio en la ubicación del dispositivo 600 electrónico. Además, por ejemplo, en el LTE, la estación base (eNodoB) puede planificar cada uno de los equipos de usuario (UE) para transmitir la SRS de una vez o periódicamente. Después de que el equipo de usuario en el que está dispuesto el dispositivo 600 electrónico descrito anteriormente determine la secuencia piloto de enlace ascendente en base a la información de indicación de la secuencia piloto de enlace ascendente asignada por la estación base, el equipo de usuario puede transmitir la señal de SRS correspondiente a la partición de célula donde el UE está ubicado en la estación base de una vez o periódicamente de acuerdo con la planificación de la estación base.

El dispositivo 600 electrónico aquí descrito puede ser un equipo de usuario, tal como un terminal móvil, un vehículo, un dispositivo portátil inteligente o un componente del mismo, o puede ser también una infraestructura, tal como una estación base de célula pequeña o un componente de la estación base de célula pequeña. En un caso en que el dispositivo electrónico sea la estación base de célula pequeña, una macro estación base correspondiente a la estación base de célula pequeña asigna información de indicación de la secuencia piloto a la estación base de célula pequeña.

El dispositivo 600 electrónico de acuerdo con la presente divulgación puede actualizar la secuencia piloto de enlace ascendente a ser utilizada automáticamente en base al cambio en la ubicación geográfica del mismo, mejorando así la calidad de la comunicación.

## &lt;Novena realización&gt;

La Figura 19 es un diagrama de bloques estructural que muestra un dispositivo 700 electrónico de acuerdo con otra realización de la presente divulgación. Además de los componentes iguales a los de la Figura 18, el dispositivo 700 electrónico incluye además: una unidad 701 de transmisión, configurada para transmitir información sobre la

ubicación geográfica del dispositivo electrónico; y una unidad 702 de recepción, configurada para recibir la información de indicación de la secuencia piloto de enlace ascendente asignada por la estación base.

5 Específicamente, la unidad 701 de transmisión puede transmitir la información sobre la ubicación geográfica mediante al menos uno de los siguientes: transmitir periódicamente; transmitir cuando la unidad 601 de determinación de ubicación determina que el cambio en la ubicación excede un rango predeterminado; y transmitir de acuerdo con la información de solicitud de actualización de ubicación de la estación base. Puede entenderse que la unidad 701 de transmisión puede transmitir la información sobre la ubicación geográfica de cualquier manera existente y formato de señal. En particular, en un caso en que el dispositivo 700 electrónico acceda inicialmente a la red, el dispositivo 700 electrónico puede transmitir una señal utilizando una secuencia piloto de enlace ascendente predeterminada o en un formato de modulación robusto para el informe de la información sobre la ubicación geográfica del mismo.

15 La unidad 702 de recepción recibe una señalización de control dedicada que incluye la información de indicación de la secuencia piloto de enlace ascendente, y la unidad 601 de determinación de secuencia piloto de enlace ascendente analiza la señalización de control dedicada para determinar la secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo 700 electrónico. La señalización de control dedicada puede ser, por ejemplo, una señalización de RRC en el estándar de LTE.

20 Además, la unidad 702 de recepción puede recibir además una señalización de difusión que incluye la información de indicación de la secuencia piloto de enlace ascendente, y la señalización de difusión incluye una correspondencia entre múltiples particiones de célula y múltiples secuencias piloto de enlace ascendente. La unidad 601 de determinación de secuencia piloto de enlace ascendente analiza la señalización de difusión y determina, en base a una partición de célula correspondiente a una ubicación actual del dispositivo electrónico, la secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo electrónico. En este caso, la unidad 701 de transmisión puede no transmitir la información sobre la ubicación geográfica del dispositivo electrónico.

25 El aparato 700 transmite la información sobre la ubicación geográfica del mismo y recibe la información de indicación de la secuencia piloto de enlace ascendente asignada por la estación base de diversas maneras y, por lo tanto, la secuencia piloto de enlace ascendente a ser utilizada se puede cambiar de forma flexible, mejorando así el rendimiento del sistema de comunicación.

<Décima realización>

30 En el proceso de describir el dispositivo electrónico en las realizaciones descritas anteriormente, obviamente, también se dan a conocer algunos procesamientos y métodos. De aquí en adelante, se ofrece una descripción general de los métodos sin repetir algunos detalles dados a conocer anteriormente. Sin embargo, se debe tener en cuenta que, aunque los métodos se dan a conocer en un proceso de descripción del dispositivo electrónico, los métodos no emplean ciertamente o no se ejecutan ciertamente por los componentes mencionados anteriormente. Por ejemplo, las realizaciones del dispositivo electrónico se pueden implementar parcial o completamente con hardware y/o firmware, el método para el dispositivo electrónico descrito a continuación se puede ejecutar completamente mediante un programa ejecutable por computadora, aunque el hardware y/o el firmware del dispositivo electrónico también se pueden utilizar en los métodos.

40 Como se muestra en la Figura 20, el método para el dispositivo electrónico de acuerdo con la realización de la presente divulgación incluye: determinar, en base a la información de indicación de la secuencia piloto de enlace ascendente asignada por la estación base, una secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo electrónico (S51); y determinar un cambio en una ubicación geográfica del dispositivo electrónico (S52). En un caso en que las ubicaciones geográficas del dispositivo electrónico antes y después del cambio correspondan a diferentes particiones de célula, el paso S51 se ejecuta nuevamente para actualizar la secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo electrónico en base a la información de indicación de la secuencia piloto de enlace ascendente asignada por la estación base, y la secuencia piloto de enlace ascendente actualizada corresponde a una partición de célula correspondiente a la ubicación geográfica del dispositivo electrónico después del cambio.

45 Además, como se muestra en un bloque de línea discontinua en la Figura 20, el método puede incluir además: transmitir información sobre la ubicación geográfica del dispositivo electrónico (S53); y recibir la información de indicación de la secuencia piloto de enlace ascendente asignada por la estación base (S54).

50 En el paso S53, la información sobre la ubicación geográfica puede transmitirse por al menos uno de: transmitirse periódicamente; transmitirse cuando en el paso S52 se determina que el cambio en la ubicación excede un rango predeterminado; y transmitirse de acuerdo con la información de solicitud de actualización de ubicación de la estación base.

En un ejemplo, en el paso S54 se puede recibir una señalización de control dedicada que incluye la información de indicación de la secuencia piloto de enlace ascendente, y en el paso S52 se analiza la señalización de control dedicada para determinar la secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo electrónico. La señalización de control dedicada puede ser, por ejemplo, una señalización de RRC en el estándar de LTE.

- 5 Además, en el paso S54 se recibe una señalización de difusión que incluye la información de indicación de la secuencia piloto de enlace ascendente, y la señalización de difusión incluye una correspondencia entre múltiples particiones de célula y múltiples secuencias piloto de enlace ascendente. La señalización de difusión se analiza y en el paso S52 se determina la secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo electrónico en base a una partición de célula correspondiente a una ubicación actual del dispositivo electrónico. En este caso, puede no ejecutarse el paso S53 de transmisión de la información sobre la ubicación geográfica del dispositivo electrónico.

Con el método descrito anteriormente, la secuencia piloto de enlace ascendente utilizada se puede cambiar de manera flexible en base al cambio en la ubicación geográfica del dispositivo electrónico, mejorando así la calidad de comunicación. Los detalles del método se han descrito en detalle en la octava realización y la novena realización, que no se repiten aquí más.

#### 15 <Decimoprimer realización>

La Figura 21 es un diagrama de bloques estructural que muestra un aparato 800 para la comunicación inalámbrica de acuerdo con otra realización de la presente divulgación. El aparato 800 incluye: una unidad 801 de determinación de piloto, configurada para determinar una primera secuencia piloto de enlace ascendente para un primer dispositivo de comunicación; y una unidad 802 de estimación de canal, configurada para realizar, en base a una señal recibida que transporta la primera secuencia piloto de enlace ascendente, la estimación de canal en el primer dispositivo de comunicación, donde la unidad 802 de estimación de canal realiza el filtrado durante la estimación de canal, en base a una ubicación geográfica del primer dispositivo de comunicación, para obtener un resultado de estimación de canal que coincida con el primer dispositivo de comunicación.

La unidad 801 de determinación de piloto puede ser la misma que la unidad 102 de determinación de piloto descrita en la primera realización a la tercera realización, o puede utilizar otra forma para determinar la secuencia piloto de enlace ascendente, lo cual no se limita a la tecnología de acuerdo a la presente divulgación.

La unidad 802 de estimación de canal puede tener una misma estructura que la unidad 301 de estimación de canal descrita en la tercera realización. En un ejemplo, la unidad 802 de estimación de canal puede incluir: un módulo 3001 de estimación aproximada de canal, configurado para realizar, en base a la señal que transporta la primera secuencia piloto de enlace ascendente y a la primera secuencia piloto de enlace ascendente, la estimación aproximada en los coeficientes de canal; y un módulo 3002 de filtrado espacial, configurado para filtrar, en base a la ubicación geográfica del primer dispositivo de comunicación, la estimación aproximada para los coeficientes de canal. En la tercera realización se ha descrito en detalle un ejemplo de la estructura y función de la unidad 802 de estimación de canal, que se no se repite aquí.

En la realización, el módulo 3002 de filtrado espacial puede estimar la ubicación gráfica del primer dispositivo de comunicación en base a la estimación aproximada para los coeficientes de canal. Por ejemplo, la ubicación geográfica del primer dispositivo de comunicación puede caracterizarse al menos por una dirección del primer dispositivo de comunicación con respecto al aparato 800, tal como una dirección del ángulo de llegada de una señal. Se puede entender que la dirección de los ángulos de llegada correspondientes a los dispositivos de comunicación en diferentes ubicaciones geográficas son diferentes, y al filtrar en base a la dirección del ángulo de llegada, el módulo 3002 de filtrado espacial puede filtrar las interferencias de otro dispositivo de comunicación, cuya ubicación es muy diferente de la ubicación del primer dispositivo de comunicación. Específicamente, el otro dispositivo de comunicación aquí descrito puede estar ubicado en una misma célula que el primer dispositivo de comunicación o puede estar ubicado en una célula diferente a la del primer dispositivo de comunicación. Por ejemplo, en un caso en el que se utiliza una misma secuencia piloto de enlace ascendente o correlacionada por las células adyacentes, en la presente divulgación se puede reducir la contaminación de piloto en un borde de las células. Por ejemplo, la multiplexación espacial para la señal piloto de enlace ascendente dentro de una misma célula es factible con la solución de filtrado espacial de acuerdo con la presente divulgación, de modo que la misma secuencia piloto de enlace ascendente o la correlacionada se pueda utilizar por diferentes dispositivos de comunicación dentro de la misma célula.

En un ejemplo, como se muestra en la Figura 22, el módulo 3002 de filtrado espacial puede incluir: una parte 30021 de transformada de dominio angular, configurada para realizar la transformada de dominio angular en la estimación aproximada para los coeficientes de canal o; una parte 30022 de filtrado de dominio angular, configurada para realizar el filtrado en la transformada de dominio angular, en base a la dirección descrita anteriormente; y una parte 30033 de transformada inversa, configurada para realizar la transformada de Fourier inversa en un resultado obtenido después del filtrado para obtener un resultado de estimación de canal.

Suponiendo que la configuración de la matriz de antenas de la estación base se representa como (M, N, 2), es decir, hay M × N matrices de antenas con polarización cruzada.  $\hat{\theta}$  y  $\hat{\phi}$  se utilizan para representar la estimación preliminar de un ángulo de llegada en una dirección vertical y un ángulo de llegada en una dirección horizontal para una primera dirección de polarización respectivamente,  $\hat{\theta}''$  y  $\hat{\phi}''$  se utilizan para representar una estimación preliminar para un ángulo de llegada en una dirección vertical y un ángulo de llegada en una dirección horizontal para una segunda dirección de polarización, y ángulos de dispersión preestablecidos están representados como  $\sigma_{\theta}$  y  $\sigma_{\phi}$ . Además,  $\hat{h}_v$  y  $\hat{h}_h$  representan la estimación aproximada para coeficientes de canal en la dirección vertical y en la dirección horizontal para la primera dirección de polarización, respectivamente, y  $\hat{h}_v''$  y  $\hat{h}_h''$  representan la estimación aproximada para coeficientes de canal en la dirección vertical y en la dirección horizontal para la segunda dirección de polarización, respectivamente.  $\hat{h}_v$  y  $\hat{h}_h$  son vectores que tienen una longitud de M, respectivamente, y  $\hat{h}_v''$  y  $\hat{h}_h''$  son vectores que tienen una longitud de N.

La parte 30021 de transformada de dominio angular, transforma  $\hat{h}_v$ ,  $\hat{h}_h$ ,  $\hat{h}_v''$  y  $\hat{h}_h''$  al dominio angular utilizando, por ejemplo, la transformada de Fourier, respectivamente, como se muestra en la fórmula (17):

$$G_e^v(\omega) = \sum_{m=0}^{M-1} \hat{h}_v^v(m) e^{-jm\omega}$$

$$G_a^v(\omega) = \sum_{n=0}^{N-1} \hat{h}_a^v(n) e^{-jn\omega}$$

$$G_e^h(\omega) = \sum_{m=0}^{M-1} \hat{h}_e^h(m) e^{-jm\omega} \quad (17)$$

$$G_a^h(\omega) = \sum_{n=0}^{N-1} \hat{h}_a^h(n) e^{-jn\omega}$$

La parte 30022 de filtrado de dominio angular puede adquirir la estimación  $\hat{\theta}$  y  $\hat{\phi}$  preliminar para el ángulo de llegada en la dirección vertical y la estimación  $\hat{\theta}''$  y  $\hat{\phi}''$  preliminar para el ángulo de llegada en la dirección horizontal para la dos direcciones de polarización, y utilizar un filtro en base a la estimación preliminar para realizar el filtrado en la transformada de dominio angular. Por ejemplo, se considera un ángulo correspondiente a un valor máximo en la transformada de dominio angular como la estimación preliminar para el ángulo de llegada, y se utiliza un filtro de paso de banda centrado en la estimación preliminar para realizar el filtrado. Un ejemplo del filtro se describe en la fórmula (18), donde el ancho del paso de banda se puede establecer en base al ángulo de dispersión preestablecido.

$$\bar{G}(\omega) = \begin{cases} G(\omega), & \omega \in (\omega_0 - \sigma / 2, \omega_0 + \sigma / 2) \\ 0, & \text{otros} \end{cases} \quad (18)$$

donde G(ω) es una de las fórmulas (17), ω<sub>0</sub> es la estimación en un ángulo de llegada correspondiente a la dirección y a la polarización, y σ es el ángulo de dispersión correspondiente a la dirección

A continuación, la parte 30033 de transformada inversa realiza la transformada de Fourier inversa en el resultado obtenido después del filtrado para obtener un resultado de estimación de canal. El resultado de estimación de canal se puede representar en la fórmula (19) a continuación combinando el filtrado y la transformada inversa.

$$\begin{aligned}\bar{h}_e'(m) &= \frac{1}{2\pi} \int_{\hat{\theta} - \frac{\sigma_\theta}{2}}^{\hat{\theta} + \frac{\sigma_\theta}{2}} G_e'(\omega) e^{jm\omega} d\omega \\ \bar{h}_a'(n) &= \frac{1}{2\pi} \int_{\hat{\phi} - \frac{\sigma_\phi}{2}}^{\hat{\phi} + \frac{\sigma_\phi}{2}} G_a'(\omega) e^{jn\omega} d\omega \\ \bar{h}_e''(m) &= \frac{1}{2\pi} \int_{\hat{\theta}'' - \frac{\sigma_\theta}{2}}^{\hat{\theta}'' + \frac{\sigma_\theta}{2}} G_e''(\omega) e^{jm\omega} d\omega \\ \bar{h}_a''(n) &= \frac{1}{2\pi} \int_{\hat{\phi}'' - \frac{\sigma_\phi}{2}}^{\hat{\phi}'' + \frac{\sigma_\phi}{2}} G_a''(\omega) e^{jn\omega} d\omega\end{aligned}\quad (19)$$

Por ejemplo, la estimación de canal general se puede adquirir combinando la estimación de canal adquirida en cada una de las direcciones y cada una de las polarizaciones a través de la siguiente fórmula (20).

$$\bar{\mathbf{h}} = \left[ \bar{\mathbf{h}}_e' \otimes \bar{\mathbf{h}}_a', \bar{\mathbf{h}}_e'' \otimes \bar{\mathbf{h}}_a'' \right] \quad (20)$$

5 donde  $\otimes$  representa el producto de Kronecker. Debe observarse que aunque aquí se muestran fórmulas específicas en cuanto a la transformada y al filtrado del dominio angular, que no están limitadas a ello, y se puede utilizar cualquier forma de transformar la estimación aproximada de los coeficientes de canal en el dominio angular.

10 Como otro ejemplo, la parte 30022 de filtrado de dominio angular también puede diseñar un filtro en base a la estimación preliminar utilizando valores empíricos. Por ejemplo, un ancho de banda del filtro mostrado en la fórmula (18) se puede configurar de acuerdo con valores empíricos, tales como una dispersión de ángulo empírico, una desviación de estimación para el ángulo de llegada y similares.

Se puede ver que el módulo 3002 de filtrado espacial puede reducir las interferencias de una señal que transporta la secuencia piloto de enlace ascendente correlacionada desde un dispositivo de comunicación en otras direcciones.

15 Además, como se muestra en la Figura 23, la unidad 802 de estimación de canal puede incluir además: un módulo 8021 de iteración, configurado para proporcionar el resultado de estimación de canal adquirido por la parte 30033 de transformada inversa como la estimación aproximada para los coeficientes de canal al módulo 3002 de filtrado espacial, para realizar además el filtrado. Dado que el resultado de estimación de canal adquirido por la parte 30033 de transformada inversa ha filtrado una parte de las interferencias, la parte 30022 de filtrado de dominio angular puede adquirir un valor de estimación más preciso para el ángulo de llegada en base al resultado de estimación de canal, realizando así un filtrado más preciso y mejorando aún más el resultado de estimación de canal.

25 La señal que transporta la primera señal piloto de enlace ascendente descrita anteriormente puede ser por ejemplo una Señal de Referencia de Sondeo (SRS) o una señal de referencia de demodulación (DMRS) de enlace ascendente. Una señal de referencia de enlace descendente después de la formación de haz puede ser, por ejemplo, al menos una de una señal de referencia de célula después de la formación de haz y una señal de referencia de información de estado de canal después de la formación de haz.

30 Además, anteriormente se describe un ejemplo de estimación de una ubicación geográfica aproximada (por ejemplo, dirección) del dispositivo de comunicación mediante la estimación aproximada para los coeficientes de canal, sin embargo, se pueden utilizar otras formas. Por ejemplo, la estimación se realiza en, por ejemplo, el ángulo de llegada en base a un informe de medición del dispositivo de comunicación para la señal de referencia de enlace descendente después de la formación del haz, y luego se realiza el filtrado en base a la estimación. Específicamente, el aparato 800 realiza el procesamiento de formación de haz en la señal de referencia de enlace descendente, transmite una señal de referencia obtenida después del procesamiento de formación de haz a diferentes direcciones, por ejemplo, en una manera de división de tiempo y recibe un informe de medición retroalimentado desde el dispositivo de comunicación servido por el aparato 800. Por ejemplo, una dirección de haz correspondiente al resultado de medición más fuerte se considera un ángulo de llegada del dispositivo de comunicación. Además, la estimación de dirección se puede realizar, por ejemplo, mediante la partición de célula donde está ubicado el dispositivo de comunicación, por ejemplo,  $\hat{\theta}$  y  $\hat{\phi}$ , así como  $\hat{\theta}''$  y  $\hat{\phi}''$  descritos anteriormente se pueden determinar en base al ID de la partición de célula. Se puede entender que la estimación para la dirección del

ángulo de llegada puede adquirirse de acuerdo con la tecnología convencional, tal como la retroalimentación de una señal de referencia de posicionamiento y la información de posicionamiento de GPS, que no se enumeran aquí. La operación sobre el posterior filtrado y la transformada inversa descrita anteriormente también es aplicable en este caso.

5 Como se describió anteriormente, la unidad 802 de estimación de canal realiza el filtrado durante la estimación de canal en base a la ubicación geográfica del primer dispositivo de comunicación. La unidad 802 de estimación de canal, al utilizar una diferencia de distribución de los coeficientes de canal causada por la diferencia de las ubicaciones geográficas de los dispositivos de comunicación, filtra una respuesta de canal de los dispositivos de comunicación, excepto del dispositivo de comunicación objetivo, es decir, el primer dispositivo de comunicación, que  
10 utilizan la misma secuencia piloto de enlace ascendente. Por lo tanto, se puede realizar al menos uno de los siguientes: reducir las interferencias de secuencia piloto de enlace ascendente entre células o dentro de una célula, reducir de manera efectiva el error cuadrático medio de la estimación de canal y mejorar la capacidad del sistema de comunicación. Además, se proporciona una forma factible para la multiplexación espacial de la secuencia piloto de enlace ascendente. Especialmente en un caso en que el ancho de banda coherente sea pequeño y la movilidad  
15 relativa sea alta, se pueden soportar más dispositivos de comunicación.

En un ejemplo, el aparato 800 puede funcionar como una estación base, el primer dispositivo de comunicación es un equipo de usuario, y el aparato 800 puede incluir además una unidad de transceptor configurada para recibir la señal descrita anteriormente.

20 Asimismo, en el proceso de describir el aparato para la red inalámbrica en las realizaciones descritas anteriormente, obviamente, también se dan a conocer algunos procesamientos y métodos. De aquí en adelante, se ofrece una descripción general de los métodos sin repetir algunos detalles dados a conocer anteriormente. Sin embargo, se debe tener en cuenta que, aunque los métodos se dan a conocer en un proceso para describir el aparato para la comunicación inalámbrica, los métodos no emplean ciertamente o no se ejecutan ciertamente por los componentes mencionados anteriormente. Por ejemplo, las realizaciones de los aparatos para la comunicación inalámbrica pueden implementarse parcial o completamente con hardware y/o firmware, el método para la comunicación inalámbrica descrito a continuación puede ejecutarse completamente por un programa ejecutable por computadora, aunque el hardware y/o el firmware del aparato para la comunicación inalámbrica también se pueden utilizar en los  
25 métodos.

30 Como se muestra en la Figura 24, se proporciona un método para la comunicación inalámbrica, que incluye: determinar una primera secuencia piloto de enlace ascendente de un primer dispositivo de comunicación (S61); y realizar, en base a una señal recibida que transporta la primera secuencia piloto de enlace ascendente, la estimación de canal en el primer dispositivo de comunicación (S62). El filtrado se realiza durante la estimación de canal, en base a la ubicación geográfica del primer dispositivo de comunicación, para obtener un resultado de estimación de canal que coincida con el primer dispositivo de comunicación.

35 En un ejemplo, el paso S62 puede incluir los siguientes subpasos: a) realizar, en base a la señal que transporta la primera secuencia piloto de enlace ascendente y a la primera secuencia piloto de enlace ascendente, la estimación aproximada en los coeficientes de canal; b) realizar, en base a la ubicación geográfica del primer dispositivo de comunicación, el filtrado en la estimación aproximada para los coeficientes de canal.

40 Como ejemplo, la ubicación geográfica del primer dispositivo de comunicación puede estimarse de acuerdo con la estimación aproximada para el coeficiente de canal. Específicamente, la ubicación geográfica del primer dispositivo de comunicación puede caracterizarse al menos por una dirección del primer dispositivo de comunicación con respecto a la estación base, por ejemplo, una dirección del ángulo de llegada de la señal.

45 En otro ejemplo, la ubicación geográfica del primer dispositivo de comunicación puede estimarse también en base al resultado de medición para la señal de referencia obtenida después de la formación de haz desde el primer dispositivo de comunicación. La señal de referencia de enlace descendente después de la formación de haz es, por ejemplo, al menos una de una señal de referencia de célula después de la formación de haz y de la señal de referencia de información de estado de canal después de la formación de haz.

50 La Figura 25 es un diagrama de flujo que muestra los subpasos de un ejemplo para realizar el filtrado en base a la ubicación geográfica. Como se muestra en la Figura 25, los subpasos incluyen: realizar una transformada de dominio angular en la estimación aproximada para los coeficientes de canal (S6201); realizar el filtrado en la transformada de dominio angular en base a la dirección descrita anteriormente (S6202); y realizar la transformada de Fourier inversa en un resultado obtenido después del filtrado para obtener un resultado de estimación de canal (S6203).

55 Específicamente, en el paso S6202, un ángulo correspondiente a un valor máximo de la transformada de dominio angular se considera la estimación preliminar, y un filtro de paso de banda centrado en la estimación preliminar se

utiliza para realizar el filtrado. El ancho de banda del filtro en base a la estimación preliminar puede además diseñarse de acuerdo con valores empíricos.

Además, el subpaso b) en el paso S62 se puede ejecutar de forma iterativa, es decir, el resultado de estimación de canal adquirido en el paso S6203 se considera la estimación aproximada para los coeficientes de canal, para realizar además el filtrado. De esta manera, la precisión de la estimación de canal se puede mejorar aún más.

La señal descrita en el presente documento incluye una señal de referencia de enlace ascendente, por ejemplo una Señal de Referencia de Sondeo (SRS) o una señal de referencia de demodulación (DMRS) de enlace ascendente.

En la tercera realización, la cuarta realización y la descripción para el aparato de la presente realización se ha descrito en detalle la implementación para cada uno de los pasos en el método, que ya no se repite aquí.

10 <Decimosegunda realización>

La Figura 26 es un diagrama de bloques estructural que muestra un aparato 900 para una comunicación inalámbrica de acuerdo con otra realización de la presente divulgación. Como se muestra en la Figura 26, además de los componentes del aparato 800, el aparato 900 incluye además una unidad 901 de reconfiguración configurada para reconfigurar, en base a la ubicación geográfica del primer dispositivo de comunicación y a una ubicación geográfica de otro dispositivo de comunicación, al que se ha asignado una secuencia piloto de enlace ascendente, para permitir que dos o más dispositivos de comunicación dentro de una misma célula multiplexen secuencias piloto de enlace ascendente no ortogonales.

Específicamente, en un caso en que el primer dispositivo de comunicación solicite acceso a una célula donde está ubicado el aparato 900, la unidad 801 de determinación de piloto asigna una primera secuencia piloto de enlace ascendente inicial para el primer dispositivo de comunicación y la unidad 802 de estimación de canal estima una ubicación geográfica del primer dispositivo de comunicación en base a una señal que transporta la primera secuencia piloto de enlace ascendente al recibir la señal, realiza un filtrado espacial durante la estimación de canal en base a la ubicación geográfica para adquirir un resultado de estimación de canal más preciso. La unidad 903 de reconfiguración puede reasignar una secuencia piloto de enlace ascendente para el primer dispositivo de comunicación, en base a la ubicación geográfica descrita anteriormente y a una ubicación geográfica de otro dispositivo de comunicación al que se ha asignado una secuencia piloto de enlace ascendente. Por ejemplo, la secuencia piloto de enlace ascendente reasignada es la misma o está correlacionada con una secuencia piloto de enlace ascendente que está siendo utilizada por un dispositivo de comunicación dentro de la misma célula. Las interferencias mutuas entre los dispositivos de comunicación se pueden evitar realizando el filtrado espacial durante la estimación de canal y, por lo tanto, se puede realizar la multiplexación espacial para la secuencia piloto dentro de la célula.

En el ejemplo, la unidad 802 de estimación de canal está configurada para adquirir la ubicación geográfica del primer dispositivo de comunicación y realizar la estimación de canal. En un aspecto, la unidad 902 de reconfiguración puede reconfigurar la primera secuencia piloto de enlace ascendente asignada al primer dispositivo de comunicación en base a la ubicación geográfica y a la ubicación geográfica de otro dispositivo de comunicación, al que se ha asignado una secuencia piloto de enlace ascendente. En otro aspecto, la estación base puede recibir y demodular la señal en base al resultado de estimación de canal, y así sucesivamente.

En la decimoprimer realización se ha descrito en detalle un ejemplo de la estructura y la función de la unidad 802 de estimación de canal, que no se repite aquí.

En un ejemplo, la unidad 802 de determinación de piloto está configurada para determinar una primera secuencia piloto de enlace ascendente ortogonal a la secuencia piloto de enlace ascendente de otro dispositivo de comunicación, al que se asignado la secuencia piloto de enlace ascendente para el primer dispositivo de comunicación. Por ejemplo, la unidad 801 de determinación de piloto puede operar cuando se accede inicialmente al primer dispositivo de comunicación. Además, la unidad 801 de determinación de piloto puede determinar la primera secuencia piloto de enlace ascendente de la manera descrita en la primera realización.

Además, en un caso en que el primer dispositivo de comunicación esté en estado móvil, por ejemplo, la unidad 802 de estimación de canal puede estimar un cambio en la ubicación del primer dispositivo de comunicación, y la unidad 901 de reconfiguración ajusta, en base a un cambio en una ubicación del primer dispositivo de comunicación con respecto a la ubicación geográfica de otro dispositivo de comunicación, al que se ha asignado la secuencia piloto de enlace ascendente, la secuencia de piloto de enlace ascendente asignada para el primer dispositivo de comunicación.

5 Por ejemplo, el primer dispositivo de comunicación puede multiplexar una secuencia piloto de enlace ascendente no ortogonal (la misma secuencia piloto de enlace ascendente o una secuencia piloto de enlace ascendente correlacionada) (referida como la segunda secuencia piloto de enlace ascendente) con un segundo dispositivo de comunicación al cual se ha asignado una secuencia piloto de enlace ascendente. La ubicación del segundo dispositivo de comunicación es muy diferente de la ubicación del primer dispositivo de comunicación. En un caso en que la ubicación del primer dispositivo de comunicación se caracterice por una dirección (por ejemplo, un ángulo de llegada de una señal) del primer dispositivo de comunicación con respecto al aparato 900, por ejemplo, una dirección del ángulo de llegada del primer dispositivo de comunicación es muy diferente de un ángulo de una dirección de llegada del segundo dispositivo de comunicación.

10 En un caso en que la unidad 901 de reconfiguración configure el primer dispositivo de comunicación y el segundo dispositivo de comunicación para multiplexar la segunda secuencia piloto de enlace ascendente, la unidad 802 de estimación de canal realiza la estimación de canal en el primer dispositivo de comunicación en base a una señal recibida que transporta la segunda secuencia piloto de enlace ascendente. De manera similar, el filtrado se realiza durante la estimación de canal en base a la ubicación geográfica del primer dispositivo de comunicación. Dado que la ubicación del primer dispositivo de comunicación es muy diferente de la ubicación del segundo dispositivo de comunicación, se pueden filtrar las interferencias del segundo dispositivo de comunicación, y también se puede obtener un resultado de estimación de canal preciso. En otras palabras, el aparato 900 permite que los dispositivos de comunicación en la misma célula multiplexen espacialmente las secuencias piloto de enlace ascendente correlacionadas.

20 De manera correspondiente, en un caso en que la ubicación del primer dispositivo de comunicación esté cerca de la ubicación del segundo dispositivo de comunicación, la unidad 901 de reconfiguración configura las secuencias piloto de enlace ascendente que son ortogonales entre sí para el primer dispositivo de comunicación y el segundo dispositivo de comunicación, respectivamente.

25 Por ejemplo, la señal descrita anteriormente puede incluir una señal de referencia de enlace ascendente. Un ejemplo de la señal de referencia de enlace ascendente incluye, pero no se limita a, SRS y DMRS de enlace ascendente. En la decimoprimer realización se han descrito en detalle las operaciones de estimar la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación y de realizar la estimación de canal mientras se considera el filtrado, que no se repite aquí más.

30 Además, como se muestra en un bloque de línea discontinua en la Figura 26, el aparato 900 puede incluir además una unidad 902 de división configurada para dividir una célula, donde está ubicado el aparato, en múltiples particiones de célula. La unidad 901 de reconfiguración está configurada para reconfigurar una secuencia piloto de enlace ascendente para el primer dispositivo de comunicación, de modo que las secuencias piloto de enlace ascendente de todos los dispositivos de comunicación dentro de la misma partición de célula sean ortogonales entre sí.

35 Dado que las ubicaciones geográficas de los dispositivos de comunicación dentro de la misma partición de célula están cercanas entre sí, la unidad 901 de reconfiguración asigna secuencias piloto de enlace ascendente que son ortogonales entre sí para los dispositivos de comunicación dentro de la misma partición de célula, para evitar la interferencia mutua entre los dispositivos de comunicación. Además, para garantizar aún más la calidad de la comunicación, la unidad 901 de reconfiguración está además configurada para reconfigurar una secuencia piloto de enlace ascendente para el primer dispositivo de comunicación, de modo que las secuencias piloto de enlace ascendente de todos los dispositivos de comunicación dentro de las células adyacentes sean ortogonales entre sí.

40 En el ejemplo, se puede asignar de antemano un patrón de piloto a cada una de las particiones de célula, como se describió anteriormente. Alternativamente, el patrón de piloto puede no asignarse de antemano a cada una de las particiones de célula, y la unidad 901 de reconfiguración asigna el patrón de piloto aleatoriamente, según corresponda.

45 En resumen, el aparato 900 de acuerdo con la realización permite a los dispositivos de comunicación en la misma célula que multiplexen espacialmente la secuencia piloto de enlace ascendente, soportando así más dispositivos de comunicación.

50 Además, hay que señalar que, aunque el aparato 900 descrito anteriormente incluye la unidad 802 de estimación de canal configurada para realizar la operación de estimación de canal con el filtrado espacial en base a la ubicación geográfica, la unidad 802 de estimación de canal no es necesaria. Por ejemplo, en un caso en el que el primer dispositivo de comunicación y la segunda comunicación multiplexen las secuencias piloto de enlace ascendente no ortogonales diferentes en la ubicación en gran medida, por ejemplo, el primer dispositivo de comunicación y el segundo dispositivo de comunicación están ubicados en dos lados opuestos de la célula, respectivamente, la inferencia mutua entre el primer dispositivo de comunicación y la segunda comunicación no se genera, incluso el filtrado espacial en base a la ubicación geográfica no se realiza durante la estimación de canal. En otras palabras,

en este caso, la unidad 901 de reconfiguración puede asignar las secuencias piloto de enlace ascendente no ortogonales para el primer dispositivo de comunicación y el segundo dispositivo de comunicación en base a su relación de ubicación geográfica.

5 En otro aspecto, aunque en la descripción del aparato 900 como se describió anteriormente, se describe un ejemplo de la estimación de la ubicación geográfica del primer dispositivo de comunicación en base a la estimación aproximada para los coeficientes de canal o a un resultado de medición en base a una señal de referencia obtenida después de la formación de haz, la ubicación geográfica del primer dispositivo de comunicación utilizada por la unidad 901 de reconfiguración se puede adquirir de otras maneras.

10 En otras palabras, en la presente divulgación se proporciona además un aparato que permite que dos o más dispositivos de comunicación dentro de una misma célula multiplexen espacialmente la secuencia piloto de enlace ascendente, que incluye una unidad 901 de reconfiguración configurada para reconfigurar, en base a una ubicación geográfica del primer dispositivo de comunicación y a una ubicación geográfica de otro dispositivo de comunicación, al que se ha asignado una secuencia piloto de enlace ascendente, una secuencia piloto de enlace ascendente para el primer dispositivo de comunicación, para permitir que dos o más dispositivos de comunicación dentro de una  
15 misma célula multiplexen secuencias piloto de enlace ascendente no ortogonales. El aparato puede incluir preferiblemente la unidad de estimación de canal descrita anteriormente. Sin embargo, debe entenderse que una forma de realizar la multiplexación espacial no se limita al ejemplo específico descrito en la realización descrita anteriormente.

20 El número de equipos de usuario soportados se puede aumentar sin cambiar las secuencias piloto actuales mediante la multiplexación descrita anteriormente, mejorando así la eficiencia de utilización de las secuencias piloto.

Similar a la primera realización, el aparato 900 puede estar ubicado en cada uno de los puntos de acceso o en un lado de la estación base, y el aparato 900 configura una secuencia piloto de enlace ascendente para un dispositivo de comunicación dentro de un rango de servicio del aparato 900. El dispositivo de comunicación puede ser un equipo de usuario, tal como un terminal móvil, un vehículo, un dispositivo portátil inteligente y similar. Además, el  
25 dispositivo de comunicación también puede ser una infraestructura, tal como una estación base de célula pequeña para proporcionar servicio.

En consecuencia, la Figura 27 es un diagrama de flujo que muestra un método para la comunicación inalámbrica de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Además de los pasos S61 y S62 en la Figura 24, el método incluye además el paso S72: reconfigurar, en base a una ubicación geográfica del primer dispositivo de comunicación y a una ubicación geográfica de otro dispositivo de comunicación, al que se ha asignado una secuencia piloto de enlace ascendente, una secuencia piloto de enlace ascendente del primer dispositivo de comunicación, para permitir que dos o más dispositivos de comunicación dentro de una misma célula multiplexen secuencias piloto de enlace ascendente no ortogonales.  
30

En un ejemplo, en el paso S72, las secuencias piloto de enlace ascendente no ortogonales se multiplexan por dispositivos de comunicación, las ubicaciones de las cuales son muy diferentes entre sí. En el paso S61, se puede determinar una primera secuencia piloto de enlace ascendente que es ortogonal a una secuencia piloto de enlace ascendente de otro dispositivo de comunicación al que se ha asignado la secuencia piloto de enlace ascendente para el primer dispositivo de comunicación.  
35

Además, como se muestra en un bloque de línea discontinua en la Figura 27, el método descrito anteriormente puede incluir además el paso S71: dividir una célula en múltiples particiones de célula. Específicamente, una secuencia piloto de enlace ascendente se reconfigura para el primer dispositivo de comunicación en el paso S72, para permitir que las secuencias piloto de enlace ascendente de todos los dispositivos de comunicación en una misma partición de célula sean ortogonales entre sí. En un ejemplo, una secuencia piloto de enlace ascendente se reconfigura para el primer dispositivo de comunicación en el paso S72, para permitir que las secuencias piloto de enlace ascendente de todos los dispositivos de comunicación dentro de las particiones adyacentes sean ortogonales entre sí.  
40  
45

La señal en el método descrito anteriormente incluye una señal de referencia de enlace ascendente, por ejemplo, una Señal de Referencia de Sondeo (SRS) o una señal de referencia de demodulación (DMRS).

Además, de acuerdo con la presente divulgación, se proporciona un método en el cual una secuencia piloto de enlace ascendente se puede multiplexar espacialmente por dos o más dispositivos de comunicación dentro de una misma célula, que incluye: reconfigurar, en base a una ubicación geográfica del primer dispositivo de comunicación y a una ubicación geográfica de otro dispositivo de comunicación, al que se ha asignado una secuencia piloto de enlace ascendente, una secuencia piloto de enlace ascendente para el primer dispositivo de comunicación, para permitir que dos o más dispositivos de comunicación dentro de una misma célula multiplexen las secuencias piloto  
50

de enlace ascendente no ortogonales. El método puede incluir preferiblemente el procesamiento de estimación de canal en base al filtrado espacial descrito anteriormente.

Los ejemplos de cada uno de los pasos y detalles de los mismos pueden referirse a la descripción en las realizaciones descritas anteriormente, que no se repite aquí más.

5 La tecnología de la presente divulgación es aplicable a diversos productos. Por ejemplo, los aparatos 400 y 500 se pueden realizar como cualquier tipo de servidor, tal como un servidor de torre, un servidor de rack, y un servidor blade. El aparato 400 y 500 puede ser un módulo de control (tal como un módulo de circuito integrado que incluye un chip simple, y una tarjeta o un blade que se inserta en una ranura de un servidor blade) montado en un servidor.

10 Por ejemplo, los aparatos 100-300 y 800 pueden realizarse como cualquier tipo de Nodo B evolucionado (eNB), tal como un macro eNB y un eNB pequeño. El eNB pequeño puede ser un eNB, tal como un pico eNB, un micro eNB y un eNB doméstico (femto) que cubre una célula más pequeña que una macrocélula. En su lugar, el aparato 100-300 y 800 puede realizarse como cualquier otro tipo de estaciones base, tales como un NodoB y una estación transceptora base (BTS). El aparato 100-300 y 800 puede incluir un cuerpo principal (que también se conoce como un aparato de estación base) configurado para controlar la comunicación por radio, y uno o más cabezales de radio remotos (RRH) dispuestos en un lugar diferente al del cuerpo principal. Además, diversos tipos de terminales, que se describirán a continuación, pueden operar cada uno como el aparato 100-300 y 800 ejecutando temporal o semi-persistentemente una función de estación base.

20 Por ejemplo, los dispositivos 600 y 700 electrónicos pueden realizarse como un terminal móvil, tal como un teléfono inteligente, una tableta, una computadora personal (PC), un PC portátil, un terminal de juegos portátil, un enrutador móvil portátil/tipo dongle, y una cámara digital, o un terminal dentro del vehículo, tal como un aparato de navegación para automóviles. Los dispositivos 600 y 700 electrónicos también pueden realizarse como un terminal (que también se conoce como un terminal de comunicación de tipo máquina (MTC)) que realiza la comunicación máquina a máquina (M2M). Además, los dispositivos 600 y 700 electrónicos pueden ser un módulo de comunicación por radio (tal como un módulo de circuito integrado que incluye un solo chip) montado en cada uno de los terminales.

25 Anteriormente, se ha descrito el principio básico de la presente invención en conjunción con realizaciones particulares. Sin embargo, como se puede apreciar por los expertos en la técnica, todos o algunos de los pasos o componentes del método y del dispositivo de acuerdo con la invención pueden implementarse en hardware, firmware, software o una combinación de los mismos en cualquier dispositivo informático (que incluya un procesador, un medio de almacenamiento, etc.) o una red de dispositivos informáticos, por los expertos en la técnica a la luz de la divulgación de la invención y haciendo uso de sus conocimientos generales de diseño de circuitos o habilidades de programación generales.

30 Se puede entender por los expertos en la técnica que, en el aparato descrito anteriormente, la unidad de determinación de ubicación, la unidad de determinación de piloto, la unidad de estimación de canal, la unidad de división, unidad de generación de patrón de piloto etc., se pueden implementar mediante uno o más procesadores, y la unidad de transmisión, la unidad de recepción, la interfaz de informe, etc., pueden implementarse mediante un elemento de circuito, tal como una antena, un filtro, un módem, un códec y similar.

40 Por lo tanto, en la presente divulgación se proporciona además un dispositivo (1) electrónico, que incluye un circuito configurado para: determinar una partición de célula correspondiente a una ubicación geográfica de un dispositivo de comunicación, cada una de las células incluye múltiples particiones de célula; y determinar una secuencia piloto de enlace ascendente correspondiente a la partición de célula como una secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo de comunicación.

45 En la presente divulgación se proporciona además un dispositivo (2) electrónico, que incluye un circuito configurado para: dividir cada una de las múltiples células en múltiples particiones de célula; y corresponder múltiples secuencias piloto de enlace ascendente a las múltiples particiones de célula para generar un patrón de piloto, donde el patrón de piloto se genera en base a las interferencias de piloto entre diferentes particiones de célula que corresponden a una misma secuencia piloto de enlace ascendente.

50 En la presente divulgación se proporciona además un dispositivo (3) electrónico, que incluye un circuito configurado para: determinar, en base a la información de indicación de la secuencia piloto de enlace ascendente asignada por una estación base, una secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo electrónico; y determinar un cambio en una ubicación geográfica del dispositivo electrónico, donde, en un caso en que las ubicaciones geográficas del dispositivo electrónico antes y después de cambiar, correspondan a diferentes particiones de célula, la secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo electrónico se actualice en base a la información de indicación de la secuencia piloto de enlace ascendente asignada por la estación base, y la secuencia piloto de enlace ascendente actualizada corresponde a la partición de célula correspondiente a la ubicación geográfica del dispositivo electrónico después de cambiar.

55

5 En la presente divulgación se proporciona además un dispositivo (4) electrónico, que incluye un circuito configurado para: determinar una primera secuencia piloto de enlace ascendente para un primer dispositivo de comunicación; y realizar, en base a una señal recibida que transporta la primera secuencia piloto de enlace ascendente, la estimación de canal en el primer dispositivo de comunicación, donde el filtrado se realiza durante la estimación de canal en base a una ubicación geográfica del primer dispositivo de comunicación, para obtener un resultado de estimación de canal que coincida con el primer dispositivo de comunicación.

Además, la presente invención describe además un producto de programa en el que están almacenados códigos de instrucción legibles por máquina. Los métodos antes mencionados de acuerdo con las realizaciones pueden implementarse cuando los códigos de instrucción se leen y ejecutan por una máquina.

10 Por consiguiente, en la presente invención también se cubre un medio de memoria para transportar el producto de programa en el que se almacenan códigos de instrucción legibles por máquina. El medio de memoria incluye, pero no se limita a, discos blandos, discos ópticos, discos ópticos magnéticos, tarjetas de memoria, lápices de memoria y similares.

15 En el caso en que la presente solicitud se realiza mediante software o firmware, se instala un programa que constituye el software en una computadora con una estructura de hardware dedicada (por ejemplo, la computadora 2800 general mostrada en la Figura 28) desde un medio de almacenamiento o una red, en donde la computadora es capaz de implementar las diversas funciones cuando tiene instalados varios programas.

20 En la Figura 28, una unidad 2801 central de procesamiento (CPU) ejecuta diversos procesos de acuerdo con un programa almacenado en una memoria 2802 de solo lectura (ROM) o un programa cargado en una memoria 2803 de acceso aleatorio (RAM) desde una sección 2808 de memoria. Los datos necesarios para los diversos procesamientos de la CPU 2801 se pueden almacenar en la RAM 2803 según sea necesario. La CPU 2801, la ROM 2802 y la RAM 2803 están conectados entre sí a través de un bus 2804. Una interfaz 2805 de entrada/salida también está vinculada al bus 2804.

25 Los siguientes componentes están vinculados a la interfaz 2805 de entrada/salida: una sección 2806 de entrada (que incluye teclado, mouse y similares), una sección 2807 de salida (que incluye pantallas tales como un tubo de rayos catódicos (CRT), una pantalla de cristal líquido (LCD), un altavoz y similares), una sección 2808 de memoria (que incluye el disco duro y similares) y una sección 2809 de comunicación (que incluye una tarjeta de interfaz de red, tal como una tarjeta LAN, un módem y similares). La sección 2809 de comunicación realiza el procesamiento de la comunicación a través de una red tal como Internet. Un controlador 2810 también se puede vincular a la interfaz 30 2805 de entrada/salida. Si es necesario, en el controlador 2810 se puede instalar un medio 2811 extraíble, por ejemplo, un disco magnético, un disco óptico, un disco óptico magnético, una memoria de semiconductores y similares, de modo que el programa informático leído del mismo se instale en la sección 2808 de memoria, según corresponda.

35 En un caso donde la serie anterior de procesamientos se logre a través de software, los programas que forman el software se instalan desde una red, tal como Internet, o un medio de memoria, tal como el medio 2811 extraíble.

40 Debe apreciarse por los expertos en la técnica que el medio de memoria no se limita al medio 2811 extraíble mostrado en la Figura, que tiene el programa almacenado en él y se distribuye por separado del aparato para proporcionar los programas a los usuarios. El medio 2811 extraíble puede ser, por ejemplo, un disco magnético (que incluye disquete (marca registrada), un disco compacto (que incluye una memoria de solo de lectura de disco compacto (CD-ROM) y un disco versátil digital (DVD), un disco magneto óptico (que incluye un minidisco (MD) (marca registrada)) y una memoria de semiconductores. Alternativamente, el medio de memoria puede ser los discos duros incluidos en la ROM 2802 y en la sección 2808 de memoria en la que se almacenan los programas, y pueden distribuirse a los usuarios junto con el dispositivo en el que están incorporados.

45 Además señalar que, en el aparato, el método y el sistema de acuerdo con la invención, los componentes o pasos respectivos pueden descomponerse y/o recombinarse. Estas deslocalizaciones y/o recombinaiones deben considerarse como esquemas equivalentes de la invención. Además, la serie anterior de pasos de procesamiento se puede realizar naturalmente de forma temporal en la secuencia descrita anteriormente, pero no se limitan a ella, y algunos de los pasos se pueden realizar en paralelo o independientemente uno del otro.

50 Finalmente, además señalar que, el término "incluye", "comprende" o cualquier variante de los mismos pretende abarcar incluir la inclusión no exclusiva de modo que un proceso, método, artículo o dispositivo que incluya una serie de elementos no solo incluya aquellos elementos, sino que también otros elementos que no se han enumerado definitivamente o un elemento o elementos inherentes al proceso, método, artículo o dispositivo. Además, la expresión "que comprende un....." en la que se define un elemento no excluirá la presencia de un elemento o elementos idénticos adicionales en un proceso, método, artículo o dispositivo que comprende el elemento o 55 elementos definido a menos que además se defina.

Aunque las realizaciones de la invención se han descrito anteriormente en detalle en relación con los dibujos, se apreciará que las realizaciones como se describen anteriormente son meramente ilustrativas pero no limitativas de la invención. Los expertos en la técnica pueden realizar diversas modificaciones y variaciones a las realizaciones anteriores sin apartarse alcance de la invención como se define por las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato para la comunicación inalámbrica, que comprende:

5 una unidad (101) de determinación de ubicación, configurada para determinar una partición de célula correspondiente a una ubicación geográfica de un dispositivo de comunicación, en donde cada una de las células comprende una pluralidad de particiones de célula;

una unidad (102) de determinación de piloto, configurada para determinar una secuencia piloto de enlace ascendente correspondiente a la partición de célula como una secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo de comunicación;

10 una unidad (201) de recepción, configurada para recibir información que indica la ubicación geográfica transmitida por el dispositivo de comunicación; y

una unidad (202) de transmisión, configurada para transmitir la información de indicación de la secuencia piloto de enlace ascendente al dispositivo de comunicación a través de señalización de control dedicada, para asignar la secuencia piloto de enlace ascendente al dispositivo de comunicación;

15 en donde las particiones de célula adyacentes se corresponden a diferentes secuencias piloto de enlace ascendente, la unidad de recepción está además configurada para recibir una señal que transporta una primera secuencia piloto de enlace ascendente, y el aparato comprende además:

una unidad (301) de estimación de canal, configurada para realizar, en base a la señal que transporta la primera secuencia piloto de enlace ascendente, la estimación de canal en un dispositivo de comunicación al que se asigna la primera secuencia piloto de enlace ascendente,

20 en donde la unidad de estimación de canal realiza, en base a una ubicación geográfica del dispositivo de comunicación al que se asigna la primera secuencia piloto de enlace ascendente, el filtrado durante la estimación de canal, para obtener un resultado de estimación de canal que coincida con el dispositivo de comunicación;

en donde la unidad de estimación de canal comprende:

25 un módulo (3001) de estimación aproximada de canal, configurado para realizar, en base a la señal que transporta la primera secuencia piloto de enlace ascendente y a la secuencia piloto de enlace ascendente, la estimación aproximada en los coeficientes de canal; y

caracterizado por

30 un módulo (3002) de filtrado espacial, configurado para realizar, en base a la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación al que se asigna la primera secuencia piloto de enlace ascendente, el filtrado en la estimación aproximada para los coeficientes de canal.

2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación se caracteriza por al menos uno de: una dirección del ángulo de llegada; una dirección del ángulo de llegada y una distancia desde el dispositivo de comunicación al aparato; coordenadas geográficas; y un ID de una célula pequeña donde está ubicado el dispositivo de comunicación.

35 3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de recepción está además configurada para recibir información sobre una secuencia piloto de enlace ascendente para una partición de célula de otra célula adyacente a la partición de célula donde está ubicado el dispositivo de comunicación, y la unidad de determinación de piloto está configurada para determinar, en base a la información sobre la secuencia piloto de enlace ascendente para la partición de célula de la otra célula, la secuencia piloto de enlace ascendente correspondiente a la partición de célula donde está ubicado el dispositivo de comunicación.

40 4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el módulo de filtrado espacial está configurado para realizar el filtrado realizando la transformada de Fourier discreta en la estimación aproximada para los coeficientes de canal y aplicando una ventana a un resultado de la transformada.

45 5. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde, en un caso en que la unidad de determinación de ubicación determine que la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación cambia a otra partición de célula, la unidad de determinación de piloto determina una secuencia piloto de enlace ascendente correspondiente a la partición de célula cambiada como la secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo de comunicación.

- 5 6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de recepción está además configurada para recibir, desde un nodo central, información de patrón de piloto que contiene una correspondencia entre cada una de las particiones de célula y una secuencia piloto de enlace ascendente de la partición de célula, y la unidad de determinación de piloto está configurada para determinar, en base a la información de patrón de piloto, la secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo de comunicación.
7. Un método para la comunicación inalámbrica, que comprende
- determinar una partición de célula correspondiente a una ubicación geográfica de un dispositivo de comunicación, en donde cada una de las células comprende una pluralidad de particiones de célula; y
- 10 determinar una secuencia piloto de enlace ascendente correspondiente a la partición de célula como una secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo de comunicación;
- recibir información que indica la ubicación geográfica transmitida por el dispositivo de comunicación; y
- transmitir información de indicación de la secuencia piloto de enlace ascendente al dispositivo de comunicación a través de una señalización de control dedicada, para asignar la secuencia piloto de enlace ascendente al dispositivo de comunicación;
- 15 en donde las particiones de célula adyacentes se corresponden a diferentes secuencias piloto de enlace ascendente, y el método comprende:
- recibir una señal que transporta una primera secuencia piloto de enlace ascendente;
- realizar, en base a la señal que transporta la primera secuencia piloto de enlace ascendente, la estimación de canal en un dispositivo de comunicación al que se asigna la primera secuencia piloto de enlace ascendente,
- 20 realizar, en base a una ubicación geográfica del dispositivo de comunicación al que se asigna la primera secuencia piloto de enlace ascendente, el filtrado durante la estimación de canal para obtener un resultado de estimación de canal que coincida con el dispositivo de comunicación;
- en donde la estimación de canal comprende realizar, en base a la señal que transporta la primera secuencia piloto de enlace ascendente y a la primera secuencia piloto de enlace ascendente, la estimación aproximada en los
- 25 coeficientes de canal; y
- caracterizado por que
- el filtrado comprende realizar, en base a la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación al que se asigna la primera secuencia piloto de enlace ascendente, el filtrado en la estimación aproximada para los coeficientes de canal.
- 30 8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación se caracteriza por al menos uno de: una dirección del ángulo de llegada; una dirección del ángulo de llegada y una distancia desde el dispositivo de comunicación al aparato; coordenadas geográficas; y un ID de una célula pequeña donde está ubicado el dispositivo de comunicación.
- 35 9. El método de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende recibir información sobre una secuencia piloto de enlace ascendente para una partición de célula de otra célula adyacente a la partición de célula donde está ubicado el dispositivo de comunicación, y determinar, en base a la información sobre la secuencia piloto de enlace ascendente para la partición de célula de la otra célula, la secuencia piloto de enlace ascendente correspondiente a la partición de célula donde está ubicado el dispositivo de comunicación.
- 40 10. El método de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende realizar el filtrado realizando la transformada de Fourier discreta en la estimación aproximada para los coeficientes de canal y aplicando una ventana a un resultado de la transformada.
- 45 11. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde, en un caso en el que se determine que la ubicación geográfica del dispositivo de comunicación cambia a otra partición de célula, se determina una secuencia piloto de enlace ascendente correspondiente a la partición de célula cambiada como la secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo de comunicación.
12. El método de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende recibir, desde un nodo central, información de patrón de piloto que contiene una correspondencia entre cada una de las particiones de célula y una secuencia

## ES 2 743 234 T3

piloto de enlace ascendente de la partición de célula, y determinar, en base a la información de patrón de piloto, la secuencia piloto de enlace ascendente del dispositivo de comunicación.

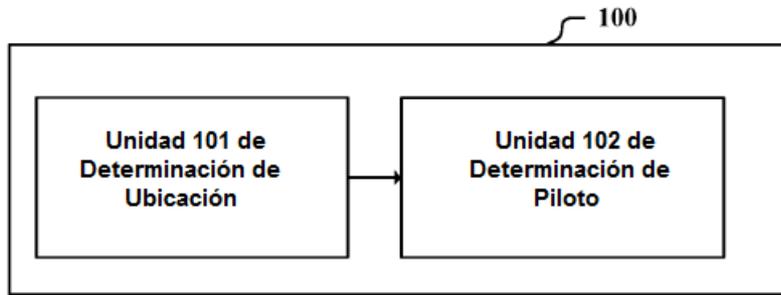


Figura 1

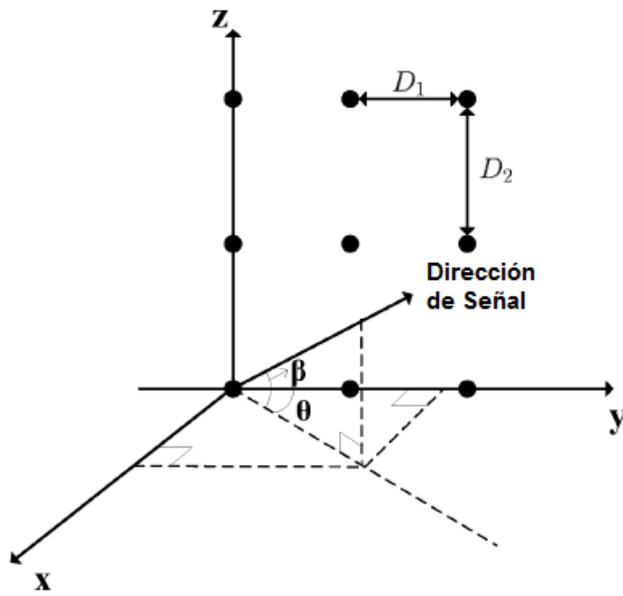


Figura 2

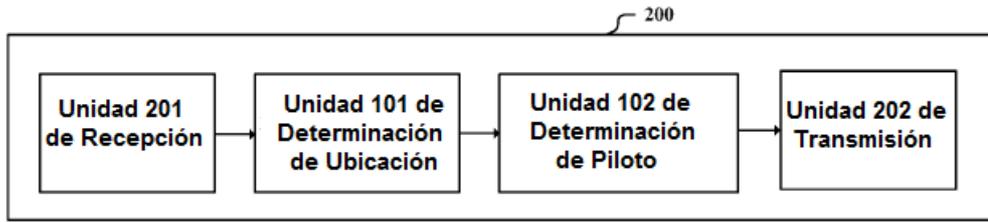


Figura 3

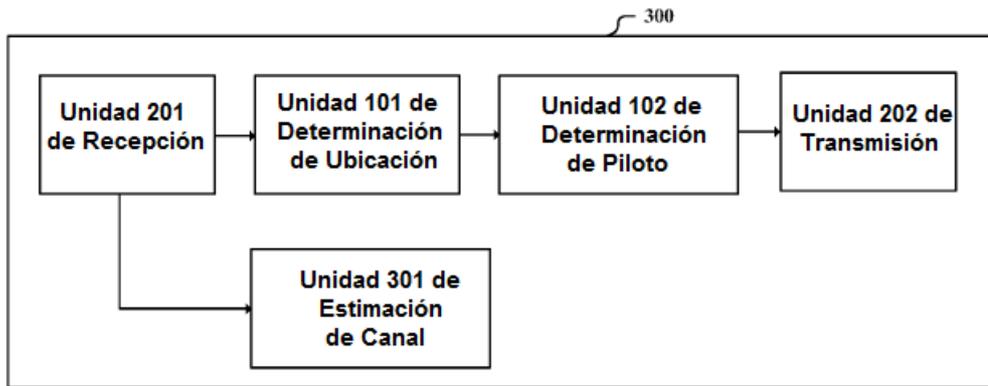


Figura 4

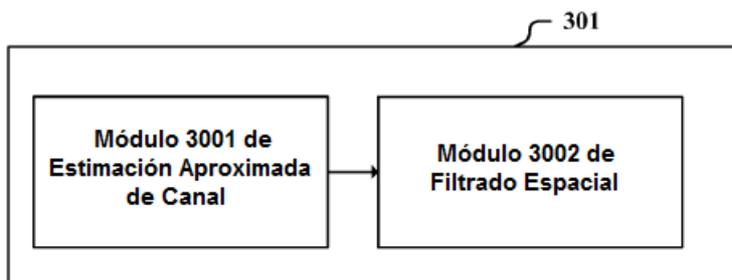
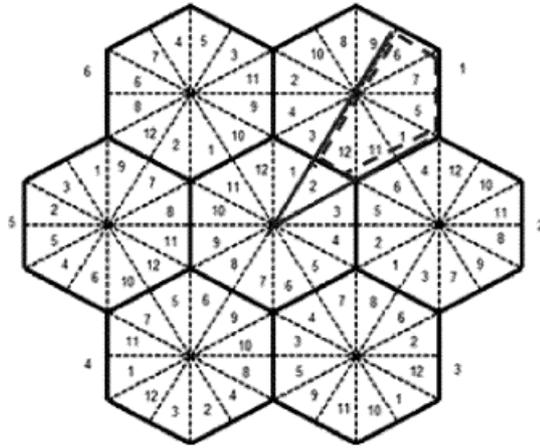
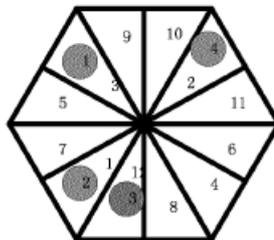


Figura 5



**Figura 6**



**Figura 7**

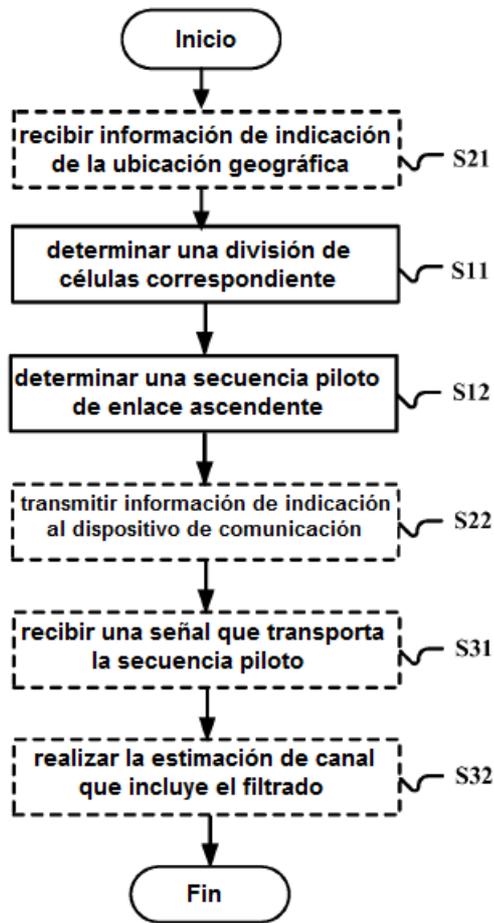


Figura 8

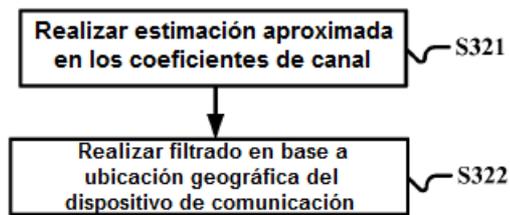
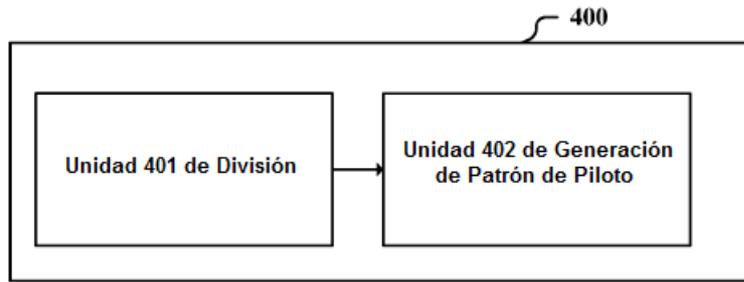
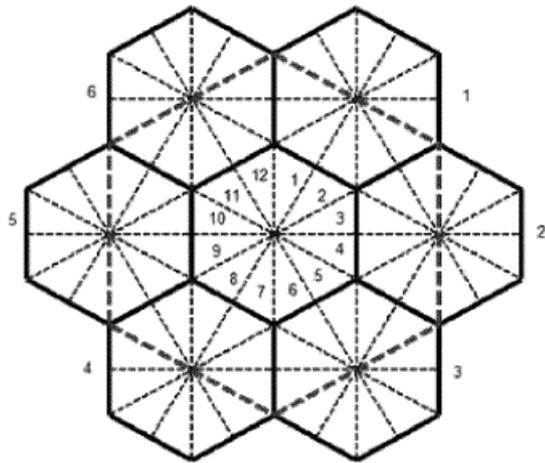


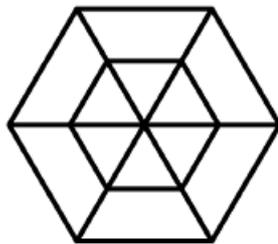
Figura 9



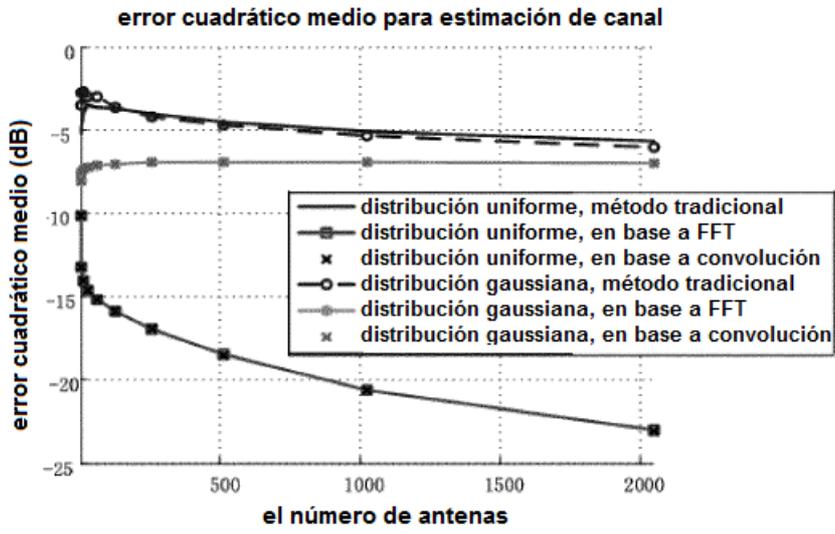
**Figura 10**



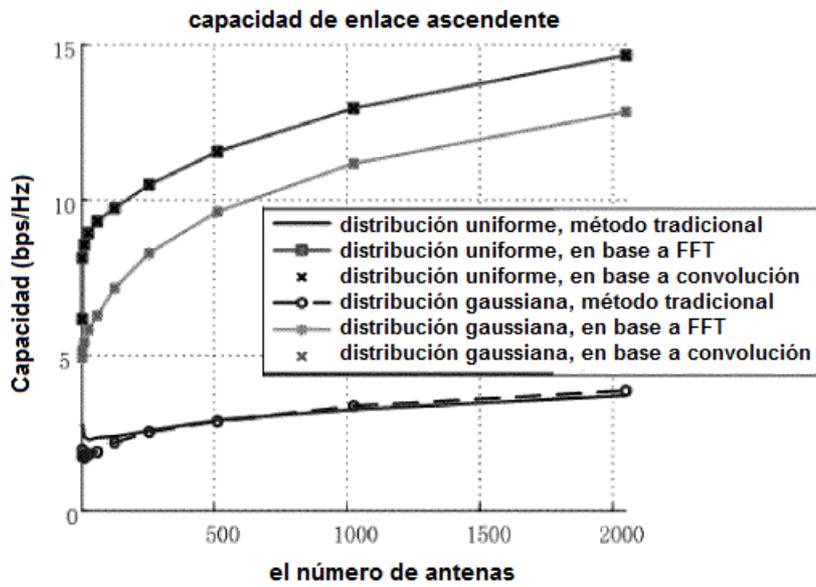
**Figura 11**



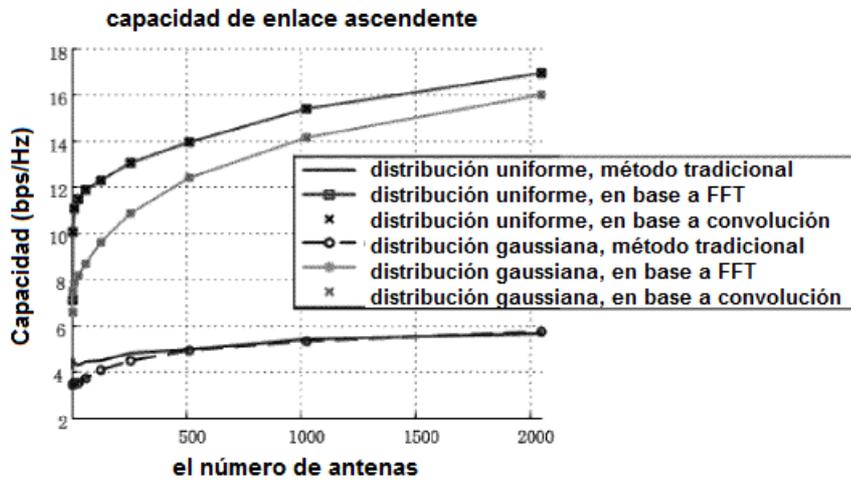
**Figura 12**



**Figura 13**



**Figura 14**



**Figura 15**



**Figura 16**

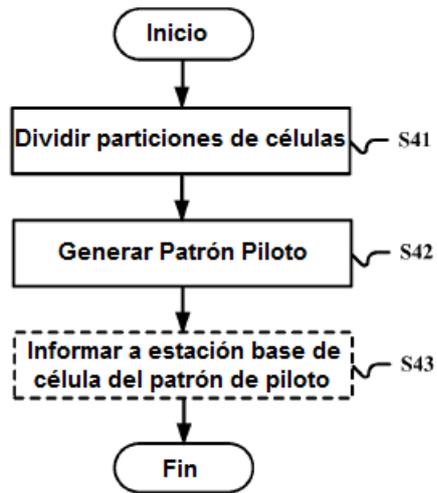


Figura 17

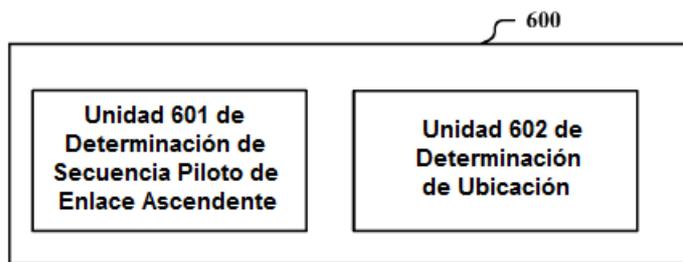


Figura 18

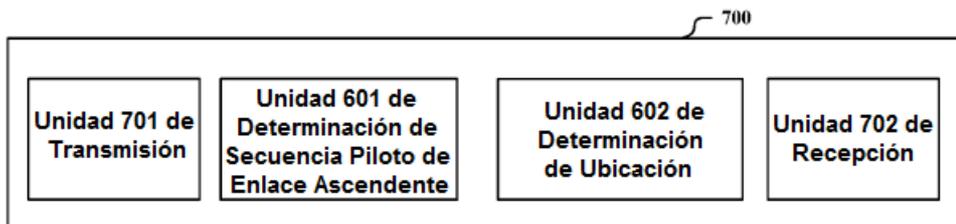


Figura 19

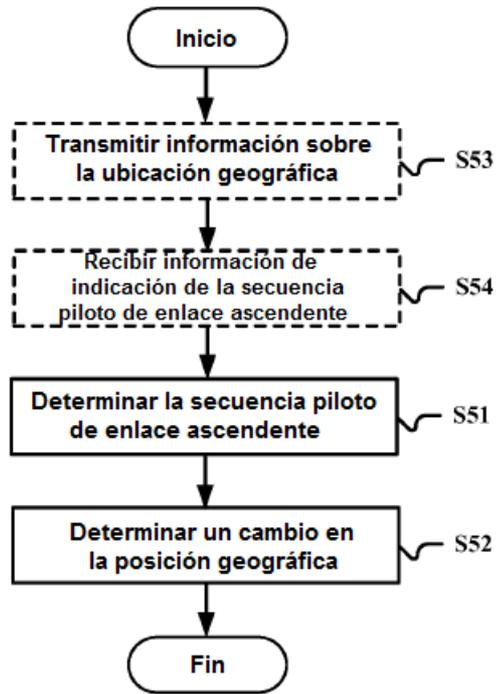


Figura 20

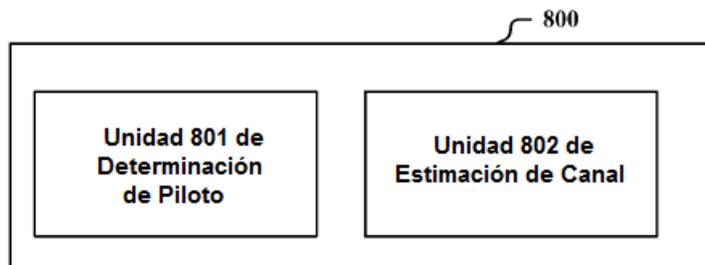


Figura 21

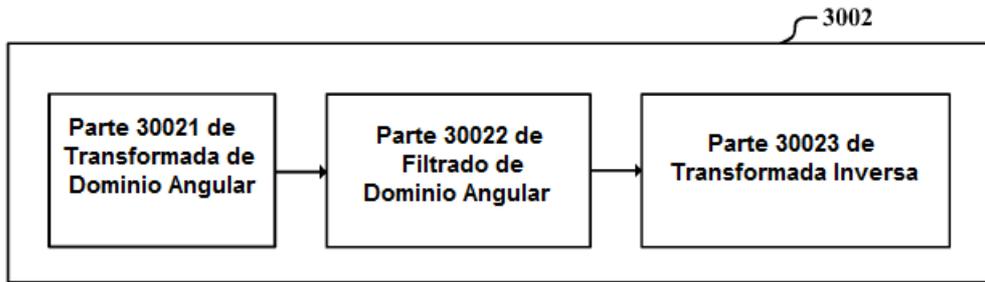


Figura 22



Figura 23

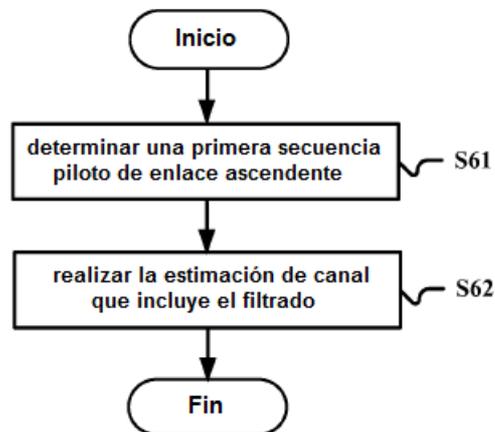


Figura 24

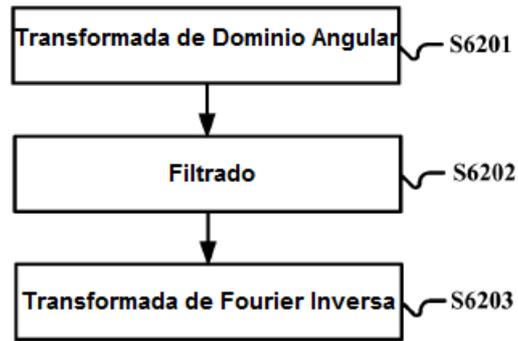


Figura 25

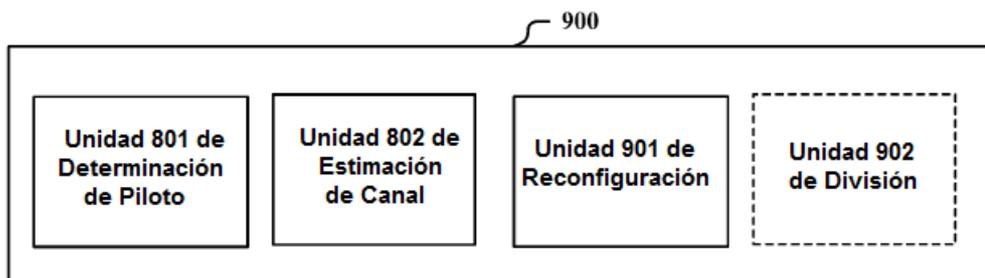


Figura 26

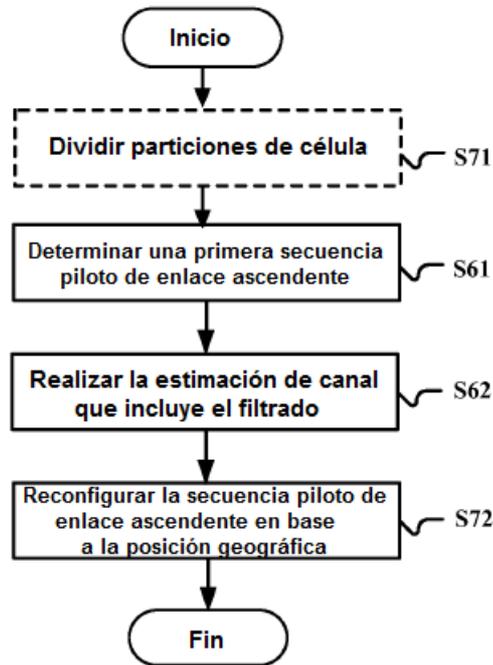


Figura 27

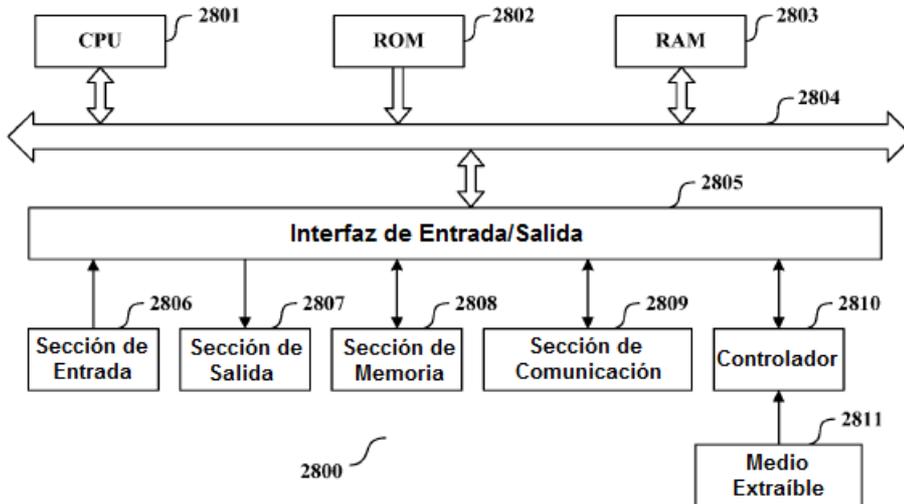


Figura 28