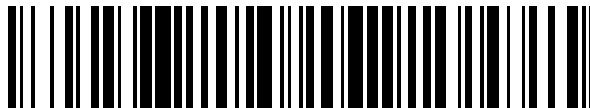


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 128**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26 (2006.01)

H04L 25/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.02.2012 PCT/CN2012/071768**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.07.2012 WO12095052**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.02.2012 E 12734432 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.07.2018 EP 2713572**

54 Título: **Método, dispositivo y sistema para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.10.2018

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

72 Inventor/es:
CAI, MENG

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 687 128 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método, dispositivo y sistema para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere al campo de las tecnologías de comunicación inalámbrica y, en particular, a un método, un aparato y un sistema para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal.

Antecedentes de la invención

10 Un sistema de múltiple entrada múltiple salida (Multiple-Input Multiple-Out-put, MIMO) de microondas puede aumentar de manera efectiva la utilización del espectro en la comunicación inalámbrica. A diferencia del MIMO inalámbrico, el MIMO de microondas adopta unidades exteriores distribuidas (OutdoorUnit, ODU) para transmitir señales. Las ODU distribuidas son ODU independientes en cada una de las ramas de múltiples caminos, con parámetros independientes de dispositivo tales como el desplazamiento de frecuencia y el ruido de fase de cada una de las ramas. Por lo tanto, cada una de las ramas tiene diferentes componentes de desplazamiento de frecuencia

15 El método de estimación del desplazamiento de frecuencia y el método de estimación del canal de MIMO convencionales solo consideran el caso en que los desplazamientos de frecuencia son consistentes. Cuando el método convencional se utiliza para realizar una estimación del desplazamiento de frecuencia en el sistema de MIMO de microondas distribuido, el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia es impreciso. Además, debido a la inconsistencia entre los desplazamientos de frecuencia de las ODU, el resultado de la estimación del canal incluye información residual del desplazamiento de frecuencia y también es impreciso. Por lo tanto, el método de estimación del desplazamiento de frecuencia y el método de estimación del canal de MIMO
20 convencionales no son aplicables a la estimación del desplazamiento de frecuencia y a la estimación del canal en el sistema de MIMO de microondas distribuido.

25 El documento WO 2007/002924 A1 da a conocer receptores multiportadora y métodos para corrección del desplazamiento de frecuencia de portadora y de la estimación del canal para la recepción de transmisiones simultáneas a través de un enlace ascendente multi-usuario. El proceso iterativo para estimar el canal y para estimar el desplazamiento de frecuencia de portadora (CFO) se realiza para cada una de las estaciones transmisoras, de modo que la interferencia entre portadoras (ICI) se cancela.

30 El documento WO 2008/038128 A2 da a conocer un enfoque que se proporciona para determinar conjuntamente una estimación del desplazamiento de frecuencia y una estimación del canal utilizando un filtro paralelo de Schmidt-Kalman. Se recibe una señal de un terminal móvil. Se realiza una determinación conjunta de una estimación del desplazamiento de frecuencia y de una estimación del canal de la señal recibida utilizando un filtro paralelo de Schmidt-Kalman. La estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal se utilizan para eliminar la interferencia de la señal recibida.

Sumario de la invención

35 El problema técnico a resolver mediante la presente invención es proporcionar un método, un aparato y un sistema para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal para aumentar la precisión de la estimación del desplazamiento de frecuencia y de la estimación del canal en un sistema de MIMO de microondas distribuido.

Para resolver el problema técnico anterior, las realizaciones de la presente invención adoptan las siguientes soluciones técnicas:

40 Un método para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal del sistema de MIMO incluye:

cuando no se obtienen señales de interferencia de los datos recibidos, realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos y obtener un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia; después de obtener las señales de interferencia de los datos recibidos, realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos de acuerdo con las señales de interferencia y obtener un
45 resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia;

realizar la corrección del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener los datos corregidos;

50 construir las secuencias de entrenamiento de los datos corregidos en una matriz y obtener una segunda matriz;

multiplicar la segunda matriz por una matriz de una segunda secuencia de entrenamiento conocida y obtener un primer resultado del cálculo de la estimación del canal, en donde la matriz de la segunda secuencia de entrenamiento conocida es un resultado de la operación pseudoinversa de una matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales;

5 realizar la transpuesta conjugada en el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener un resultado de la transpuesta conjugada del desplazamiento de frecuencia;

multiplicar el primer resultado del cálculo de la estimación del canal por el resultado de la transpuesta conjugada del desplazamiento de frecuencia y obtener un segundo resultado del cálculo de la estimación del canal;

10 y multiplicar el segundo resultado del cálculo de la estimación del canal por una matriz de una tercera secuencia de entrenamiento conocida y obtener un resultado de la estimación del canal, en donde la matriz de la tercera secuencia de entrenamiento conocida es un resultado de la operación pseudoinversa de un producto de la transpuesta conjugada de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales y una matriz de selección, en donde el tamaño de la matriz de selección es $L \times N_p$, la fila 1 a la fila L de la matriz de selección son matrices unitarias y otras filas son cero, en donde L se refiere a la longitud de la respuesta del impulso del canal de los datos recibidos y N_p se refiere a la longitud de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales; y

15 obtener las señales de interferencia de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y el resultado de la estimación del canal, donde las señales de interferencia se utilizan como parámetros de la estimación del desplazamiento de frecuencia.

Un aparato para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal del sistema de MIMO incluye:

25 una unidad de estimación del desplazamiento de frecuencia, configurada para: cuando no se obtienen señales de interferencia de los datos recibidos, realizar una estimación del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos y obtener un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia; después de obtener las señales de interferencia de los datos recibidos, realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos de acuerdo con las señales de interferencia y obtener un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia;

30 una unidad de estimación del canal, configurada para realizar una estimación del canal en los datos recibidos de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener un resultado de la estimación del canal; y

35 una unidad de obtención de la señal de interferencia, configurada para obtener las señales de interferencia de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y el resultado de la estimación del canal, donde las señales de interferencia se utilizan como parámetros de la estimación del desplazamiento de frecuencia;

en donde la unidad de estimación del canal comprende:

40 un módulo de corrección del desplazamiento de frecuencia, configurado para realizar la corrección del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener los datos corregidos; y

un módulo de estimación del canal, configurado para realizar una estimación del canal en los datos corregidos de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener un resultado de la estimación del canal;

en donde el módulo de estimación del canal comprende:

45 un segundo módulo de retardo, configurado para construir secuencias de entrenamiento de los datos corregidos en una matriz y obtener una segunda matriz;

un segundo multiplicador, configurado para multiplicar la segunda matriz por una matriz de una segunda secuencia de entrenamiento conocida y obtener un primer resultado del cálculo de la estimación del canal, en donde la matriz de la segunda secuencia de entrenamiento conocida es un resultado de la operación pseudoinversa de una matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales;

50 un módulo de transpuesta conjugada, configurado para realizar la transpuesta conjugada en el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener un resultado de la transpuesta conjugada del desplazamiento de frecuencia;

un tercer multiplicador, configurado para multiplicar el primer resultado del cálculo de la estimación del canal por el resultado de la transpuesta conjugada del desplazamiento de frecuencia y obtener un segundo resultado del cálculo de la estimación del canal; y

55 un cuarto multiplicador, configurado para multiplicar el segundo resultado del cálculo de la estimación del canal por una matriz de una tercera secuencia de entrenamiento conocida y obtener un resultado de la estimación del canal, en donde la matriz de la tercera secuencia de entrenamiento conocida es un resultado de la operación pseudoinversa de un producto de la transpuesta conjugada de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales y una matriz de selección, en donde el tamaño de la matriz de selección es $L \times N_p$, la fila 1 a la fila L de la matriz de selección son matrices unitarias y otras filas son cero, en donde L se refiere a la longitud de la

respuesta del impulso del canal de los datos recibidos y N_p se refiere a la longitud de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales.

Un sistema para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal incluye el aparato anterior para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal.

- 5 Utilizando el método, el aparato y el sistema para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, en los procesos de estimación del desplazamiento de frecuencia y de estimación del canal, se obtienen señales de interferencia que generan los canales vecinos en los datos del canal local; las señales de interferencia obtenidas se utilizan para eliminar el impacto de las señales de interferencia en los datos originales en el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y se obtiene un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia; el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia se utiliza para eliminar el impacto del desplazamiento de frecuencia en la estimación del canal en el proceso de estimación del canal y se obtiene un resultado de la estimación del canal; las señales de interferencia se obtienen a través del cálculo de acuerdo con el resultado de la estimación del canal y el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia obtenidos; y, finalmente, se obtiene un resultado preciso de la estimación del desplazamiento de frecuencia y un resultado preciso de la estimación del canal utilizando un modo de iteración cíclica. Por lo tanto, en comparación con la técnica anterior, las realizaciones de la presente invención aumentan en gran medida la precisión de la estimación del desplazamiento de frecuencia y de la estimación del canal.

Breve descripción de los dibujos

- 20 Para ilustrar más claramente las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención o en la técnica anterior, lo siguiente describe brevemente los dibujos adjuntos requeridos para describir las realizaciones o la técnica anterior. Aparentemente, los dibujos adjuntos en la siguiente descripción simplemente muestran algunas realizaciones de la presente invención y las personas con experiencia ordinaria en la técnica pueden derivar sin esfuerzos creativos otros dibujos a partir de los dibujos adjuntos.

- 25 La FIG. 1 es un diagrama de flujo de un método para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 2 es un diagrama esquemático de un aparato para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 3 es un diagrama esquemático de una unidad de estimación del desplazamiento de frecuencia de acuerdo con una realización de la presente invención;

- 30 la FIG. 4 es un diagrama esquemático de un módulo de estimación del canal de acuerdo con una realización de la presente invención; y

la FIG. 5 es un diagrama esquemático de una unidad de obtención de la señal de interferencia de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones

- 35 Lo siguiente describe clara y completamente las soluciones técnicas de acuerdo con las realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos en las realizaciones de la presente invención. Aparentemente, las realizaciones en la siguiente descripción son meramente una parte en lugar de todas las realizaciones de la presente invención. Todas las demás realizaciones obtenidas sin esfuerzos creativos por personas con experiencia ordinaria en la técnica, basadas en las realizaciones de la presente invención, deberán caer dentro del alcance de protección de la presente invención.

Una realización de la presente invención proporciona un método para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal. Como se muestra en la FIG. 1, el método incluye:

- 45 101. Cuando no se obtienen las señales de interferencia en los datos recibidos, realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos y obtener un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia; después de obtener las señales de interferencia en los datos recibidos, realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos de acuerdo con las señales de interferencia y obtener un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia.

102. Realizar la estimación del canal en los datos recibidos de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener un resultado de la estimación del canal.

5 103. Obtener las señales de interferencia de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y el resultado de la estimación del canal, donde las señales de interferencia se utilizan como parámetros de la estimación del desplazamiento de frecuencia.

10 En la etapa inicial de la estimación del desplazamiento de frecuencia y de la estimación del canal, incluso si no se obtienen las señales de interferencia en los datos recibidos, la estimación del desplazamiento de frecuencia se realiza directamente en los datos recibidos y el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia se utiliza en el proceso de la estimación del canal; la estimación del canal se realiza de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y se obtiene un resultado de la estimación del canal. Debido a que la interferencia de señal en los datos recibidos es fuerte, el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y el resultado de la estimación del canal obtenidos son imprecisos y no pueden emitirse. Además, las señales de interferencia en los datos recibidos se obtienen de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y el resultado de la estimación del canal obtenidos en la etapa inicial. Debido a que el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y el resultado de la estimación del canal son imprecisos, las señales de interferencia obtenidas son imprecisas. Sin embargo, después de obtener las señales de interferencia en los datos recibidos, las señales de interferencia obtenidas en la etapa inicial se utilizan en el proceso de estimación del desplazamiento de frecuencia; en el proceso de estimación del desplazamiento de frecuencia, la eliminación de interferencia se realiza en los datos recibidos, la estimación del desplazamiento de frecuencia se realiza en los datos recibidos y el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia obtenido tiende a ser preciso; la estimación del canal se realiza de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y el resultado de la estimación del canal obtenido también tiende a ser preciso; las señales de interferencia se obtienen de acuerdo con el resultado de la estimación del canal y el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia anteriores y las señales de interferencia obtenidas también tienden a ser precisas; un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y un resultado de la estimación del canal se obtienen de acuerdo con las señales de interferencia obtenidas. El proceso de iteración anterior se repite y el resultado obtenido en cada una de las iteraciones es más preciso que el resultado obtenido en una iteración anterior; finalmente, se pueden obtener señales de interferencia precisas y luego se obtiene un resultado preciso de la estimación del desplazamiento de frecuencia y un resultado preciso de la estimación del canal.

30 Al utilizar el método para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal de acuerdo con esta realización de la presente invención, en los procesos de estimación del desplazamiento de frecuencia y de estimación del canal, se obtienen señales de interferencia en los datos; las señales de interferencia obtenidas se utilizan para eliminar el impacto de las señales de interferencia en los datos originales en el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y se obtiene un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia; el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia se utiliza en el proceso de estimación del canal para eliminar el impacto del desplazamiento de frecuencia en la estimación del canal y se obtiene un resultado de la estimación del canal; además, se utiliza un modo de iteración cíclica para obtener finalmente un resultado preciso de la estimación del desplazamiento de frecuencia y un resultado preciso de la estimación del canal. Comparado con la técnica anterior, el método proporcionado en esta realización aumenta en gran medida la precisión de la estimación del desplazamiento de frecuencia y de la estimación del canal.

45 Además, en esta realización de la presente invención, la etapa 102, es decir, la etapa de realizar una estimación del canal en los datos recibidos de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener un resultado de la estimación del canal incluye:
 realizar la corrección del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener los datos corregidos; y
 realizar una estimación del canal en los datos corregidos de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener un resultado de la estimación del canal.

50 Durante la estimación del canal, el desplazamiento de frecuencia en los datos causa un gran error en la estimación del canal. Por lo tanto, en esta realización de la presente invención, antes de realizar la estimación del canal, el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia obtenido en la estimación del desplazamiento de frecuencia se utiliza en primer lugar para realizar la corrección del desplazamiento de frecuencia en los datos y luego se realiza la estimación del canal en los datos corregidos; como el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia tiende a ser preciso, el desplazamiento de frecuencia en los datos corregidos se reduce gradualmente y finalmente se corrige. De esta manera, el proceso de estimación del canal no se ve afectado por el desplazamiento de frecuencia en los datos y, por lo tanto, el resultado de la estimación del canal es más preciso.

Además, el método para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal de acuerdo con esta realización de la presente invención incluye adicionalmente: emitir el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y el resultado de la estimación del canal que cumplen con un estándar preestablecido.

5 En el proceso de iteración mutua del resultado de la estimación del canal, del resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y de las señales de interferencia, el resultado de la estimación del canal y el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia se vuelven precisos gradualmente; además, incluso después de que el resultado de la estimación del canal y el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia tienden a ser precisos, aún pueden fluctuar. Por lo tanto, el resultado de la estimación del canal y el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia deben ser evaluados en tiempo real de acuerdo con el estándar preestablecido. En esta realización de la presente invención, si el resultado de la estimación del canal y el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia tienden a ser precisos, los resultados obtenidos a través de múltiples iteraciones dentro de un período de tiempo, tienden a ser estables pero también pueden fluctuar. El estándar preestablecido es que el resultado de la estimación del canal o el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia tiende a ser estable y no fluctúa. Cuando se cumple con el estándar preestablecido, se emite el resultado de la estimación del canal o el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia.

Además, en esta realización de la presente invención, la etapa 101, es decir, la etapa de realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos y obtener un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia incluye específicamente:

20 construir secuencias de entrenamiento de los datos recibidos en una matriz y obtener una primera matriz;
 donde, para multiplicar adicionalmente la primera matriz por una matriz de secuencias de entrenamiento conocidas, las secuencias de entrenamiento de los datos recibidos deben construirse en una matriz, donde las secuencias de entrenamiento conocidas son secuencias de entrenamiento de decodificación utilizadas para decodificar las secuencias de entrenamiento de los datos recibidos;
 25 multiplicar la primera matriz por una matriz de una primera secuencia de entrenamiento conocida y obtener un resultado del cálculo del desplazamiento de frecuencia, donde la matriz de la primera secuencia de entrenamiento conocida es una matriz obtenida de acuerdo con una matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales y utilizada para calcular un desplazamiento de frecuencia, es decir, se utiliza para decodificar secuencias de entrenamiento de información de desplazamiento de frecuencia en las secuencias de entrenamiento de los datos recibidos;
 30 donde, en esta realización de la presente invención, los códigos ortogonales pueden ser códigos de Zadachu o códigos de Walsh y similares;
 obtener un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia, donde el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia es un cociente del resultado del cálculo del desplazamiento de frecuencia y de la longitud de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales.

35 Además, en esta realización de la presente invención, la etapa 101, es decir, la etapa de realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos de acuerdo con las señales de interferencia y obtener un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia incluye específicamente:

40 realizar la reconstrucción del flujo de datos principal en los datos recibidos de acuerdo con las señales de interferencia, eliminar la interferencia de los canales vecinos en los datos recibidos y obtener los datos de desinterferencia;
 construir las secuencias de entrenamiento de los datos de desinterferencia en una matriz y obtener una tercera matriz;
 multiplicar la tercera matriz por una matriz de una primera secuencia de entrenamiento conocida y obtener un resultado del cálculo del desplazamiento de frecuencia, donde la matriz de la primera secuencia de entrenamiento conocida es una matriz obtenida de acuerdo con una matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales y utilizada para calcular el desplazamiento de frecuencia; y
 45 obtener un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia, donde el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia es un cociente del resultado del cálculo del desplazamiento de frecuencia y de la longitud de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales.

50 Además, en esta realización de la presente invención, la realización de la estimación del canal en los datos corregidos de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener un resultado de la estimación del canal incluye específicamente:

55 construir secuencias de entrenamiento de los datos corregidos en una matriz y obtener una segunda matriz;
 multiplicar la segunda matriz por una matriz de una segunda secuencia de entrenamiento conocida y obtener un primer resultado del cálculo de la estimación del canal, donde la matriz de la segunda secuencia de entrenamiento es un resultado de la operación pseudoinversa de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales y utilizada para decodificar la información de desplazamiento de frecuencia en las secuencias de entrenamiento de los datos recibidos;

realizar una transpuesta conjugada en el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener un resultado de la transpuesta conjugada del desplazamiento de frecuencia;

5 multiplicar el primer resultado del cálculo de la estimación del canal por el resultado de la transpuesta conjugada del desplazamiento de frecuencia y obtener un segundo resultado del cálculo de la estimación del canal; y

10 multiplicar el segundo resultado del cálculo de la estimación del canal por una matriz de una tercera secuencia de entrenamiento conocida y obtener el resultado de la estimación del canal, donde la matriz de la tercera secuencia de entrenamiento es un resultado de la operación pseudo inversa del producto de la transpuesta conjugada de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales y una matriz de selección, donde el tamaño de la matriz de selección es $L \times N_p$, la fila 1 a la fila L de la matriz de selección son matrices unitarias y otras filas son cero, donde L se refiere a la longitud de la respuesta del impulso del canal de los datos recibidos y N_p se refiere a la longitud de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales.

15 Además, en esta realización de la presente invención, la etapa 103, es decir, la etapa de obtener las señales de interferencia de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y el resultado de la estimación del canal, donde las señales de interferencia se utilizan como parámetros de la estimación del desplazamiento de frecuencia, incluye específicamente:

20 multiplicar el resultado de la estimación del canal por el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener un resultado del cálculo de la señal de interferencia; y

realizar la convolución en el resultado del cálculo de la señal de interferencia y en las secuencias de entrenamiento de los datos del canal vecino y obtener las señales de interferencia, donde los canales vecinos se refieren a canales que interfieren con los datos de un canal sometido a la estimación del canal, por ejemplo, en un sistema de MIMO de 4×4 , hay cuatro canales, y los canales vecinos de un canal se refieren a otros tres canales distintos al canal.

25 Además, lo siguiente describe el método para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal de acuerdo con esta realización de la presente invención con referencia a un escenario específico. Utilizando el sistema de MIMO de 4×4 como ejemplo, se realiza la estimación del desplazamiento de frecuencia en cada uno de los caminos de datos, es decir, las secuencias de entrenamiento de cada uno de los caminos de datos se construyen en una matriz utilizando un aparato de retardo; la matriz se multiplica por una matriz W que se obtiene de acuerdo con las secuencias de entrenamiento conocidas y se utiliza para calcular un desplazamiento de frecuencia; W_1 a W_4 se refieren a matrices almacenadas previamente que se construyen por la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales y corresponden a cuatro caminos de datos en el MIMO. Lo siguiente es un ejemplo de W_i , donde $i = 1, 2, 3, 4$:

$$W_i = \begin{bmatrix} S_i^H & 0 \\ 0 & S_i^H \end{bmatrix}$$

35 donde S_i se refiere a la matriz de desplazamiento cíclico formada por los códigos de Zadoff-chu, H se refiere a la transpuesta conjugada y S_i^H se refiere a la transpuesta conjugada de la matriz S_i :

$$S_1 = \begin{bmatrix} s_u(N_p - 1) & s_u(18) & s_u(17) & " & s_u(0) \\ s_u(0) & s_u(19) & s_u(18) & " & s_u(1) \\ s_u(1) & s_u(0) & s_u(19) & " & s_u(2) \\ s_u(2) & s_u(1) & s_u(0) & " & s_u(3) \\ " & " & " & " & " \\ " & " & " & " & " \\ s_u(16) & s_u(15) & s_u(14) & " & s_u(17) \\ s_u(17) & s_u(16) & s_u(15) & " & s_u(18) \\ s_u(18) & s_u(17) & s_u(16) & " & s_u(N_p - 1) \end{bmatrix}_{N_p \times N_p}$$

$$S_2 = \begin{bmatrix} s_u(N_p - L - 1) & s_u(13) & s_u(12) & " & s_u(15) \\ s_u(15) & s_u(14) & s_u(13) & " & s_u(16) \\ s_u(16) & s_u(15) & s_u(14) & " & s_u(17) \\ s_u(17) & s_u(16) & s_u(15) & " & s_u(18) \\ " & " & " & " & " \\ " & " & " & " & " \\ s_u(11) & s_u(10) & s_u(9) & " & s_u(12) \\ s_u(12) & s_u(11) & s_u(10) & " & s_u(13) \\ s_u(13) & s_u(12) & s_u(11) & " & s_u(N_p - L - 1) \end{bmatrix}_{N_p \times N_p}$$

$$S_3 = \begin{bmatrix} s_u(N_p - 2L - 1) & s_u(8) & s_u(7) & " & s_u(10) \\ s_u(10) & s_u(9) & s_u(8) & " & s_u(11) \\ s_u(11) & s_u(10) & s_u(9) & " & s_u(12) \\ s_u(12) & s_u(11) & s_u(10) & " & s_u(13) \\ " & " & " & " & " \\ " & " & " & " & " \\ s_u(6) & s_u(5) & s_u(4) & " & s_u(7) \\ s_u(7) & s_u(6) & s_u(5) & " & s_u(8) \\ s_u(8) & s_u(7) & s_u(6) & " & s_u(N_p - 2L - 1) \end{bmatrix}_{N_p \times N_p}$$

$$S_4 = \begin{bmatrix} s_u(N_p - 3L - 1) & s_u(3) & s_u(2) & " & s_u(5) \\ s_u(5) & s_u(4) & s_u(3) & " & s_u(6) \\ s_u(6) & s_u(5) & s_u(4) & " & s_u(7) \\ s_u(7) & s_u(6) & s_u(5) & " & s_u(8) \\ " & " & " & " & " \\ " & " & " & " & " \\ s_u(1) & s_u(0) & s_u(19) & " & s_u(2) \\ s_u(2) & s_u(1) & s_u(0) & " & s_u(3) \\ s_u(3) & s_u(2) & s_u(1) & " & s_u(N_p - 3L - 1) \end{bmatrix}_{N_p \times N_p}$$

5 donde N_p se refiere a la longitud de las secuencias de entrenamiento y L se refiere a la longitud de una respuesta del impulso del canal de múltiples caminos.

Cuando n es un número par, $s_u(n) = e^{-j\pi \cdot u \cdot n^2 / N_p}$.

Cuando n es un número impar, $s_u(n) = e^{-j\pi \cdot u \cdot n \cdot (n+1) / N_p}$.

Este código cumple con las siguientes características:

$$\sum_{n=0}^{N_p-1} s_u(n) \cdot s_u^*(n-i) = \begin{cases} N_p & i = 0 \\ 0 & i \neq 0 \end{cases}$$

10 Se realiza una operación adicional en el producto de las matrices anteriores y se obtienen los resultados de la estimación de frecuencia de los cuatro caminos de datos.

Además, la estimación del canal se realiza en cada uno de los caminos de datos de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia de cada uno de los caminos de datos y se obtienen los resultados de la estimación del canal de cada uno de los caminos de datos, es decir, la corrección del desplazamiento de frecuencia se realiza, en primer lugar, en cada uno de los caminos de datos de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia de cada uno de los caminos de datos y se obtienen los datos corregidos de cada uno

de los caminos de datos; luego, las secuencias de entrenamiento de cada uno de los caminos de datos corregidos se construyen en una matriz utilizando el aparato de retardo y se multiplican por un resultado de operación inversa 1 de la matriz (es decir, el resultado de la operación pseudoinversa de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales). El resultado de la operación inversa 1 de la matriz puede ser $\text{pinv}(S_1)$, donde pinv se refiere a una operación pseudoinversa y S_1 se refiere a la matriz de desplazamiento cíclico formada por los códigos de Zadaff-chu.

La transpuesta conjugada se realiza en el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia de cada uno de los caminos de datos obtenido en el paso anterior y se obtienen resultados de transpuesta conjugada del desplazamiento de frecuencia de cada uno de los caminos de datos. El producto de la matriz de cada uno de los caminos de datos se multiplica por los resultados de la transpuesta conjugada del desplazamiento de frecuencia de cada uno de los caminos de datos; el producto se multiplica luego por un resultado de la operación inversa 2 de la matriz (es decir, el resultado de la operación pseudoinversa de un producto de la transpuesta conjugada de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales y una matriz de selección) y se obtienen los resultados de la estimación del canal de cuatro caminos de datos, donde el resultado de la operación inversa 2 de la matriz

puede ser $\text{pinv}(\Delta_L \cdot S_1^H)$, donde Δ_L se refiere a la matriz de selección, es decir, una matriz con el tamaño de $L \times N_p$, donde la fila 1 a la fila L de la matriz son matrices unitarias y otras filas son cero.

Después de obtener el resultado de la estimación del canal y el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia, las señales de interferencia de cada uno de los caminos de datos se obtienen de acuerdo con el resultado de la estimación del canal y el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia de cada uno de los caminos de datos; el resultado de la estimación del canal de uno camino de datos se multiplica por el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y luego se realiza la convolución en el producto obtenido y en las secuencias de entrenamiento de otros tres caminos de datos y se pueden obtener las señales de interferencia del primer camino de datos.

En un proceso de aplicación de las señales de interferencia de cada uno de los caminos de datos a la estimación del desplazamiento de frecuencia de este camino de datos, es decir, antes de que se realice la estimación del desplazamiento de frecuencia, se realiza la reconstrucción del flujo de datos principal en este camino de datos; la interferencia que generan los otros tres caminos de datos en este camino de datos se elimina de acuerdo con las señales de interferencia obtenidas y se obtienen datos de desinterferencia de este camino de datos; y luego se realiza la estimación del desplazamiento de frecuencia en los datos de desinterferencia. El proceso específico de la estimación del desplazamiento de frecuencia se describe en el proceso anterior de este ejemplo.

Debido a que se eliminan las señales de interferencia de cada uno de los caminos de datos, el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia correspondiente es más preciso. Además, mediante iteraciones mutuas del resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y del resultado de la estimación del canal en el proceso de estimación del canal y en el proceso de estimación del desplazamiento de frecuencia, el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y el resultado de la estimación del canal obtenidos mediante cálculo tienden a ser precisos gradualmente; si el error cuadrático medio del receptor es menor que un umbral (es decir, se cumple con el estándar preestablecido), puede emitirse el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia o el resultado de la estimación del canal, donde el umbral se establece de acuerdo con un error cuadrático medio mínimo finalmente convergido por el sistema.

Al utilizar el método para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal de acuerdo con esta realización de la presente invención, en los procesos de estimación del desplazamiento de frecuencia y de estimación del canal se obtienen las señales de interferencia que generan los canales vecinos en los datos del canal local; las señales de interferencia obtenidas se utilizan para eliminar el impacto de las señales de interferencia en los datos originales en el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y se obtiene un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia; el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia se utiliza para eliminar el impacto del desplazamiento de frecuencia en la estimación del canal en el proceso de estimación del canal y se obtiene un resultado de la estimación del canal; las señales de interferencia se obtienen mediante el cálculo de acuerdo con el resultado de la estimación del canal y el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia obtenidos; y finalmente se obtiene un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y un resultado de la estimación del canal precisos utilizando un modo de iteración cíclica. Por lo tanto, en comparación con la técnica anterior, esta realización de la presente invención aumenta en gran medida la precisión de la estimación del desplazamiento de frecuencia y de la estimación del canal.

Una realización de la presente invención proporciona un aparato para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal. Como se muestra en la FIG. 2, el aparato incluye:

una unidad 1 de estimación del desplazamiento de frecuencia, configurada para: cuando no se obtienen señales de interferencia en los datos recibidos, realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos y obtener un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia; después de obtener las señales de interferencia en los datos recibidos, realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos de acuerdo con las señales de interferencia y obtener un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia;

una unidad 2 de estimación del canal, configurada para realizar la estimación del canal en los datos recibidos de acuerdo con el resultado de estimación de frecuencia y obtener un resultado de la estimación del canal;

y una unidad 3 de obtención de la señal de interferencia, configurada para obtener las señales de interferencia de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y el resultado de la estimación del canal, donde las señales de interferencia se utilizan como parámetros de la estimación del desplazamiento de frecuencia.

Además, en esta realización de la presente invención, la unidad 2 de estimación del canal incluye:

un módulo 21 de corrección del desplazamiento de frecuencia, configurado para realizar la corrección del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener los datos corregidos; y

un módulo 22 de estimación del canal, configurado para realizar la estimación del canal en los datos corregidos de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener un resultado de la estimación del canal.

Además, el aparato proporcionado en esta realización de la presente invención incluye una unidad 4 de emisión configurada para emitir al resultado de la estimación del canal y el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia que cumplen con un estándar preestablecido.

Además, en esta realización de la presente invención, como se muestra en la FIG. 3, la unidad 1 de estimación del desplazamiento de frecuencia incluye:

un primer módulo 11 de retardo, configurado para construir secuencias de entrenamiento de los datos recibidos en una matriz y obtener una primera matriz, donde, para multiplicar adicionalmente la primera matriz por una matriz de secuencias de entrenamiento conocidas, las secuencias de entrenamiento de los datos recibidos necesitan construirse en una matriz, donde las secuencias de entrenamiento conocidas son secuencias de entrenamiento de decodificación utilizadas para decodificar las secuencias de entrenamiento de los datos recibidos;

un primer multiplicador 12, configurado para multiplicar la primera matriz por una matriz de una primera secuencia de entrenamiento conocida y obtener un resultado del cálculo del desplazamiento de frecuencia, donde la matriz de la primera secuencia de entrenamiento conocida es una matriz obtenida de acuerdo con una matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales y utilizada para calcular el desplazamiento de frecuencia; y

un módulo 13 de cálculo del desplazamiento de frecuencia, configurado para obtener el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia, donde el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia es un cociente del resultado del cálculo del desplazamiento de frecuencia y de la longitud de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales.

Además, en esta realización de la presente invención, como se muestra en la FIG. 3, la unidad 1 de estimación del desplazamiento de frecuencia incluye:

un módulo 14 de reconstrucción del flujo de datos principal, configurado para realizar la reconstrucción del flujo de datos principal en los datos recibidos de acuerdo con las señales de interferencia, eliminar la interferencia de los canales vecinos en los datos recibidos y obtener los datos de desinterferencia; dónde

el primer módulo 11 de retardo está configurado, además, para construir secuencias de entrenamiento de los datos de desinterferencia en una matriz y obtener una tercera matriz; y

el primer multiplicador 12 está configurado, además, para multiplicar la tercera matriz por la matriz de la primera secuencia de entrenamiento conocida y obtener un resultado del cálculo del desplazamiento de frecuencia, donde la matriz de la primera secuencia de entrenamiento conocida es una matriz obtenida de acuerdo con una matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales y utilizada para calcular el desplazamiento de frecuencia.

Además, en esta realización de la presente invención, como se muestra en la FIG. 4, el módulo 22 de estimación del canal incluye:

un segundo módulo 23 de retardo, configurado para construir secuencias de entrenamiento de los datos corregidos en una matriz y obtener una segunda matriz;

un segundo multiplicador 24, configurado para multiplicar la segunda matriz por una matriz de una segunda secuencia de entrenamiento conocida y obtener un primer resultado del cálculo de la estimación del canal, donde la

matriz de la segunda secuencia de entrenamiento es un resultado de la operación pseudoinversa de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales;

un módulo 25 de transposición de conjugada, configurado para realizar la transpuesta conjugada en el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener un resultado de la transpuesta conjugada del desplazamiento de frecuencia;

un tercer multiplicador 26, configurado para multiplicar el primer resultado del cálculo de la estimación del canal por el resultado de la transpuesta conjugada del desplazamiento de frecuencia y obtener un segundo resultado del cálculo de la estimación del canal; y

un cuarto multiplicador 27, configurado para multiplicar el segundo resultado del cálculo de la estimación del canal por una matriz de una tercera secuencia de entrenamiento conocida y obtener un resultado de la estimación del canal, donde la matriz de la tercera secuencia de entrenamiento es un resultado de la operación pseudoinversa del producto de la transpuesta conjugada de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales y una matriz de selección, donde el tamaño de la matriz de selección es $L \times N_p$, la fila 1 a la fila L de la matriz de selección son matrices unitarias y otras filas son cero, donde L se refiere a una longitud de la respuesta del impulso del canal de los datos recibidos y N_p se refiere a la longitud de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales.

Además, en esta realización de la presente invención, como se muestra en la FIG. 5, la unidad 3 de obtención de la señal de interferencia incluye:

un quinto multiplicador 31, configurado para multiplicar el resultado de la estimación del canal por el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener un resultado del cálculo de la señal de interferencia; y

un módulo 32 de convolución, configurado para realizar la convolución en el resultado del cálculo de la señal de interferencia y en las secuencias de entrenamiento de los datos del canal vecino y obtener las señales de interferencia.

Al utilizar el aparato para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal de acuerdo con esta realización de la presente invención, en los procesos de estimación del desplazamiento de frecuencia y de estimación del canal se obtienen las señales de interferencia que los canales vecinos generan en los datos del canal local; las señales de interferencia obtenidas se utilizan para eliminar el impacto de las señales de interferencia en los datos originales en el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y se obtiene un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia; el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia se utiliza para eliminar el impacto del desplazamiento de frecuencia en la estimación del canal en el proceso de estimación del canal y se obtiene un resultado de la estimación del canal; las señales de interferencia se obtienen a través del cálculo de acuerdo con el resultado de la estimación del canal obtenido y el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia; y, finalmente, se obtiene un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y un resultado de la estimación del canal precisos al utilizar un modo de iteración cíclica. Por lo tanto, en comparación con la técnica anterior, esta realización aumenta en gran medida la precisión de la estimación del desplazamiento de frecuencia y de la estimación del canal.

Una realización de la presente invención también proporciona un sistema para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal. El sistema incluye el aparato para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal de acuerdo con la realización anterior de la presente invención.

Mediante la descripción anterior de las realizaciones, para las personas expertas en la técnica es evidente que la presente invención se puede realizar mediante software más hardware universal necesario y, definitivamente, también se puede realizar mediante hardware, pero en muchos casos, se prefiere la implementación de software. En base a esto, las soluciones técnicas de la presente invención o la parte que hace contribuciones a la técnica anterior pueden incorporarse sustancialmente en la forma de un producto de software. El producto de software informático se almacena en un medio de almacenamiento legible, por ejemplo, un disquete, disco duro o disco óptico de la computadora, y contiene varias instrucciones utilizadas para instruir al equipo informático (por ejemplo, una computadora personal, un servidor o equipo de red) para realizar los métodos de acuerdo con las realizaciones de la presente invención.

Las descripciones anteriores son meramente realizaciones ejemplares de la presente invención, pero no destinadas limitar la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal del sistema de múltiple entrada múltiple salida, MIMO, que comprende:

cuando no se obtienen las señales de interferencia de los datos recibidos, realizar una estimación del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos y obtener un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia; después de obtener las señales de interferencia de los datos recibidos, realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos de acuerdo con las señales de interferencia y obtener un resultado (101) de la estimación del desplazamiento de frecuencia;

realizar la corrección del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener los datos corregidos;

construir secuencias de entrenamiento de los datos corregidos en una matriz y obtener una segunda matriz; multiplicar la segunda matriz por una matriz de una segunda secuencia de entrenamiento conocida y obtener un primer resultado del cálculo de la estimación del canal, en donde la matriz de la segunda secuencia de entrenamiento conocida es un resultado de la operación pseudoinversa de una matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales;

realizar la transpuesta conjugada en el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener un resultado de la transpuesta conjugada del desplazamiento de frecuencia;

multiplicar el primer resultado del cálculo de la estimación del canal por el resultado de la transpuesta conjugada del desplazamiento de frecuencia y obtener un segundo resultado del cálculo de la estimación del canal;

y multiplicar el segundo resultado del cálculo de la estimación del canal por una matriz de una tercera secuencia de entrenamiento conocida y obtener un resultado de la estimación del canal, en donde la matriz de la tercera secuencia de entrenamiento conocida es un resultado de la operación pseudoinversa de un producto de la transpuesta conjugada de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales y una matriz de selección, en donde el tamaño de la matriz de selección es $L \times N_p$, la fila 1 a la fila L de la matriz de selección son matrices unitarias y otras filas son cero, en donde L se refiere a la longitud de la respuesta del impulso del canal de los datos recibidos y N_p se refiere a la longitud de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos (102) ortogonales; y

obtener las señales de interferencia de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y el resultado de la estimación del canal, en donde las señales de interferencia se utilizan como parámetros de la estimación (103) del desplazamiento de frecuencia.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende: emitir el resultado de la estimación del canal y el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia que cumplen con un estándar preestablecido, en donde el estándar preestablecido es que el resultado de la estimación del canal o el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia tienden a ser estables y no fluctúan.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la realización de la estimación del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos y obtener un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia comprende:

construir secuencias de entrenamiento de los datos recibidos en una matriz y obtener una primera matriz; multiplicar la primera matriz por una matriz de una primera secuencia de entrenamiento conocida y obtener un resultado del cálculo del desplazamiento de frecuencia, en donde la matriz de la primera secuencia de entrenamiento conocida es una matriz obtenida de acuerdo con la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales y utilizada para calcular un desplazamiento de frecuencia; y

obtener el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia, en donde el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia es un cociente del resultado del cálculo del desplazamiento de frecuencia y de la longitud de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales.

4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la realización de la estimación del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos de acuerdo con las señales de interferencia y obtener un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia comprende:

realizar la reconstrucción del flujo de datos principal en los datos recibidos de acuerdo con las señales de interferencia, eliminar la interferencia de los canales vecinos en los datos recibidos y obtener los datos de desinterferencia;

construir secuencias de entrenamiento de los datos de desinterferencia en una matriz y obtener una tercera matriz;

multiplicar la tercera matriz por una matriz de una primera secuencia de entrenamiento conocida y obtener un resultado del cálculo del desplazamiento de frecuencia, en donde la matriz de la primera secuencia de entrenamiento conocida es una matriz obtenida de acuerdo con la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales y utilizada para calcular un desplazamiento de frecuencia; y

obtener el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia, en donde el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia es un cociente del resultado del cálculo del desplazamiento de frecuencia y de la longitud de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la obtención de las señales de interferencia de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y el resultado de la estimación del canal comprende:

multiplicar el resultado de la estimación del canal por el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener un resultado del cálculo de la señal de interferencia; y

10 realizar convolución en el resultado del cálculo de la señal de interferencia y en las secuencias de entrenamiento de los datos del canal vecino y obtener las señales de interferencia.

6. Un aparato para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal del sistema de múltiple entrada múltiple salida, MIMO, que comprende:

15 una unidad (1) de estimación del desplazamiento de frecuencia, configurada para: cuando no se obtienen señales de interferencia de los datos recibidos, realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos y obtener un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia; después de obtener las señales de interferencia de los datos recibidos, realizar una estimación del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos de acuerdo con las señales de interferencia y obtener un resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia;

20 una unidad (2) de estimación del canal, configurada para realizar una estimación del canal en los datos recibidos de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener un resultado de la estimación del canal; y

25 una unidad de obtención de la señal de interferencia, configurada para obtener las señales de interferencia de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y el resultado de la estimación del canal, en donde las señales de interferencia se utilizan como parámetros de la estimación del desplazamiento de frecuencia;

en donde la unidad de estimación del canal comprende:

30 un módulo (21) de corrección del desplazamiento de frecuencia, configurado para realizar la corrección del desplazamiento de frecuencia en los datos recibidos de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener los datos corregidos; y

un módulo (22) de estimación del canal, configurado para realizar la estimación del canal en los datos corregidos de acuerdo con el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener un resultado de la estimación del canal;

en donde el módulo de estimación del canal comprende:

35 un segundo módulo (23) de retardo, configurado para construir secuencias de entrenamiento de los datos corregidos en una matriz y obtener una segunda matriz;

un segundo multiplicador (24), configurado para multiplicar la segunda matriz por una matriz de una segunda secuencia de entrenamiento conocida y obtener un primer resultado del cálculo de la estimación del canal, en donde la matriz de la segunda secuencia de entrenamiento conocida es un resultado de la operación pseudoinversa de una matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales;

40 un módulo (25) de transposición de la conjugada, configurado para realizar la transpuesta conjugada en el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener un resultado de la transpuesta conjugada del desplazamiento de frecuencia;

45 un tercer multiplicador (26), configurado para multiplicar el primer resultado del cálculo de la estimación del canal por el resultado de la transpuesta conjugada del desplazamiento de frecuencia y obtener un segundo resultado del cálculo de la estimación del canal; y

50 un cuarto multiplicador (27), configurado para multiplicar el segundo resultado del cálculo de la estimación del canal por una matriz de una tercera secuencia de entrenamiento conocida y obtener un resultado de la estimación del canal, en donde la matriz de la tercera secuencia de entrenamiento conocida es un resultado de la operación pseudoinversa de un producto de la transpuesta conjugada de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales y una matriz de selección, en donde el tamaño de la matriz de selección es $L \times N_p$, la fila 1 a la fila L de la matriz de selección son matrices unitarias y otras filas son cero, en donde L se refiere a la longitud de la respuesta del impulso del canal de los datos recibidos y N_p se refiere a la longitud de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales.

7. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además: una unidad de emisión configurada para emitir el resultado de la estimación del canal y el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia que cumplen con un estándar preestablecido, en donde el estándar preestablecido es que el resultado de la estimación del canal o el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia tiende a ser estable y no fluctúa.

8. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la unidad de estimación del desplazamiento de frecuencia comprende:

un primer módulo de retardo, configurado para construir secuencias de entrenamiento de los datos recibidos en una matriz y obtener una primera matriz;

5 un primer multiplicador, configurado para multiplicar la primera matriz por una matriz de una primera secuencia de entrenamiento conocida y obtener un resultado del cálculo del desplazamiento de frecuencia, en donde la matriz de la primera secuencia de entrenamiento conocida es una matriz obtenida de acuerdo con la matriz de desplazamiento cíclico formada por ortogonal códigos y utilizada para calcular un desplazamiento de frecuencia;

y

10 un módulo de cálculo del desplazamiento de frecuencia, configurado para obtener el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia, en donde el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia es un cociente del resultado del cálculo del desplazamiento de frecuencia y de la longitud de la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales.

9. El aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en donde la unidad de estimación del desplazamiento de frecuencia comprende además:

15 un módulo de reconstrucción del flujo de datos principal, configurado para realizar la reconstrucción del flujo de datos principal en los datos recibidos de acuerdo con las señales de interferencia, eliminar la interferencia de los canales vecinos en los datos recibidos y obtener los datos de desinterferencia; en donde

20 el primer módulo de retardo está configurado, además, para construir secuencias de entrenamiento de los datos de desinterferencia en una matriz y obtener una tercera matriz; y

el primer multiplicador está configurado, además, para multiplicar la tercera matriz por la matriz de la primera secuencia de entrenamiento conocida y obtener un resultado del cálculo del desplazamiento de frecuencia, en donde la matriz de la primera secuencia de entrenamiento conocida es una matriz obtenida de acuerdo con la matriz de desplazamiento cíclico formada por códigos ortogonales y utilizada para calcular el desplazamiento de frecuencia.

25

10. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la unidad de obtención de la señal de interferencia comprende:

un quinto multiplicador, configurado para multiplicar el resultado de la estimación del canal por el resultado de la estimación del desplazamiento de frecuencia y obtener un resultado del cálculo de la señal de interferencia; y

30 un módulo de convolución, configurado para realizar la convolución en el resultado del cálculo de la señal de interferencia y en las secuencias de entrenamiento de los datos del canal vecino y obtener las señales de interferencia.

11. Un sistema para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal, que comprende el aparato para la estimación del desplazamiento de frecuencia y la estimación del canal de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10.

35

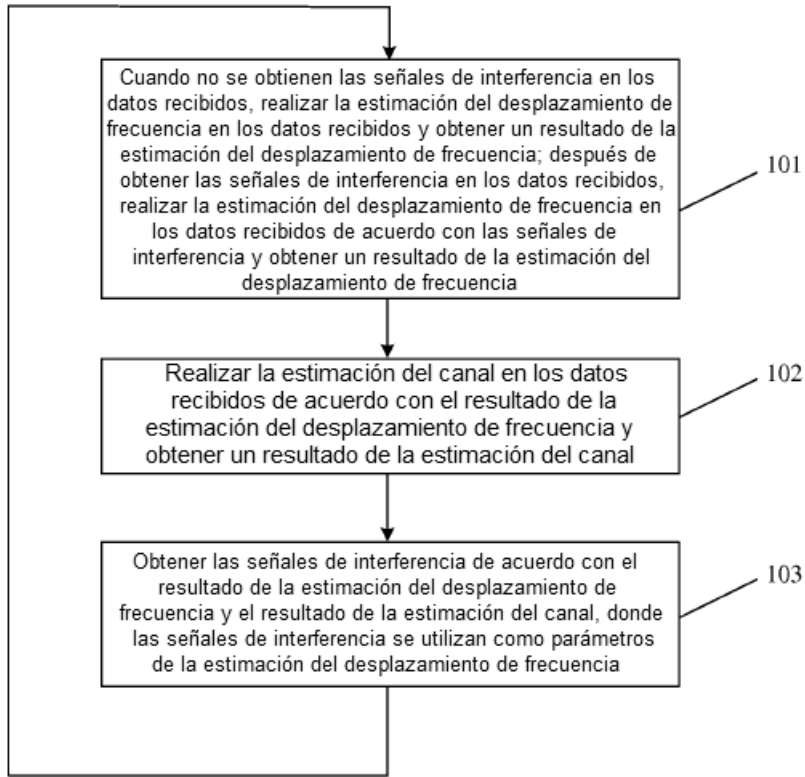


FIG. 1

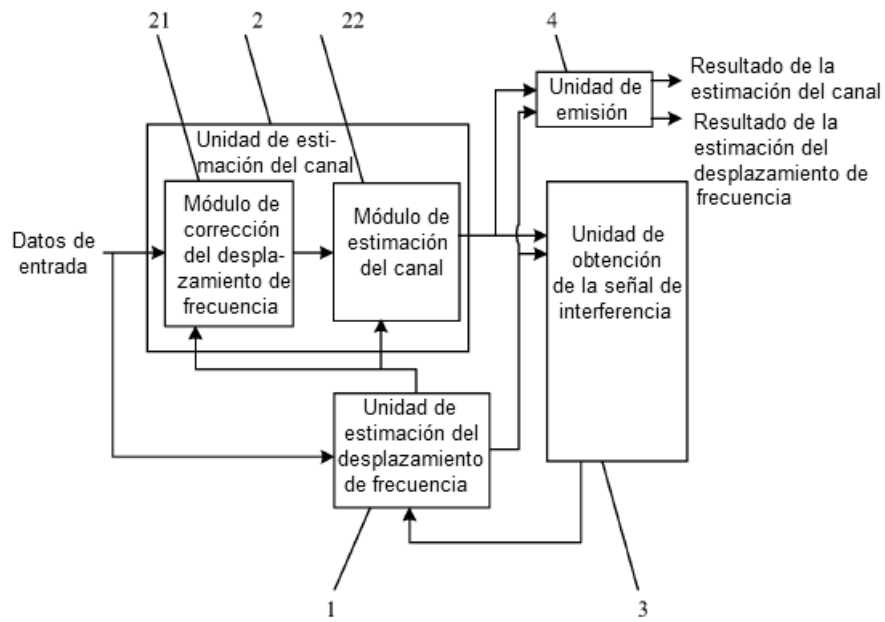


FIG. 2

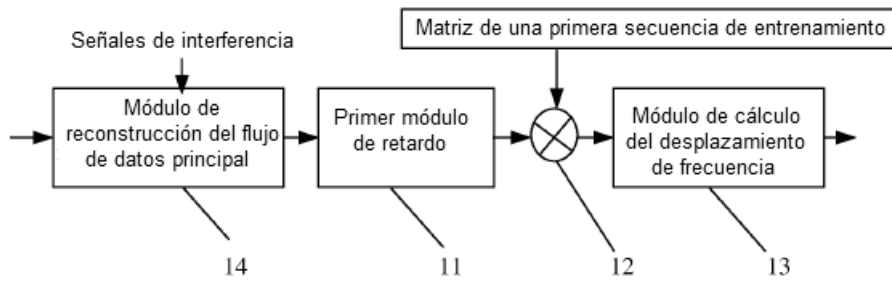


FIG. 3

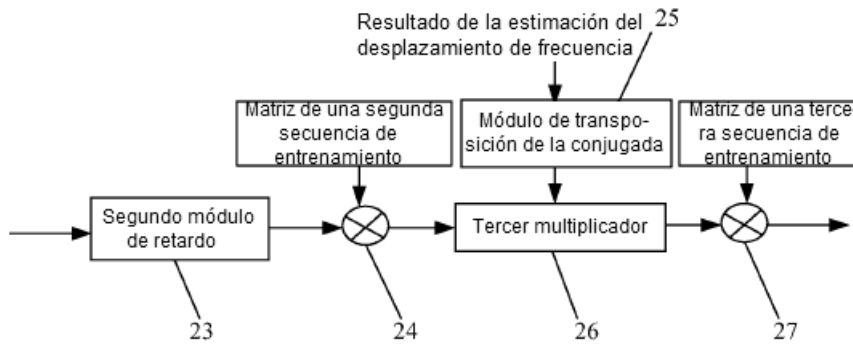


FIG. 4

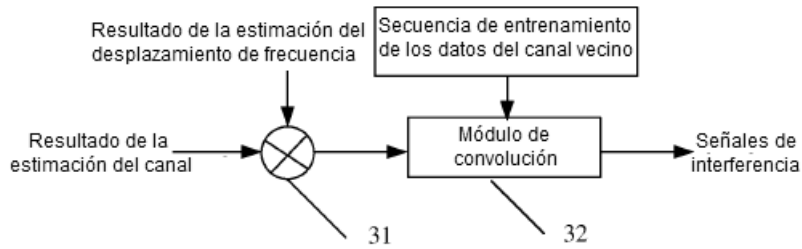


FIG. 5